Natural History Museum Library
000233032

205

205

SOCIÉTÉ
GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

205.

PARIS. — IMPRIMERIE DE BOURGOGNE ET MARTINET,
RUE JACOB, 30.

Bulletin

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

Tome treizième.

1841 A 1842.

PARIS,
AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ,
RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 26.

1842.

GEOLOGICAL DEPARTMENT

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY BRANCH

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE.

Séance du 8 *novembre* 1841.

PRÉSIDENCE DE M. ANT. PASSY.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

Bunbury, secrétaire de la Société géologique de Londres, présenté par MM. d'Archiac et de Verneuil ;

Pellissier (Victor), capitaine d'artillerie à Grenoble, présenté par MM. Walferdin et Constant Prevost.

Guibal, ancien élève de l'École Polytechnique, présenté par MM. Walferdin et Alc. d'Orbigny.

Martins (Ch.), docteur ès-sciences, agrégé à la Faculté de médecine de Paris, présenté par MM. de Roissy et Walferdin.

Cottet, professeur à l'École normale primaire de Troyes, présenté par MM. Clément-Mullet et Leymerie.

Heimann, professeur de chimie à l'Académie de Moscou, présenté par MM. Alex. Brongniart et d'Archiac.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part du ministre de l'instruction publique :

1° Le *Voyage dans l'Amérique méridionale*, par M. Alc. d'Orbigny. Livraisons 51 à 54.

2° *Species général et Iconographie des coquilles vivantes*, etc., par C. Kiener. Livraisons 58 à 69.

3° *Annales des sciences naturelles*, de juin 1840 à juin 1841.

De la part de M. Porphyre Jacquemont : *Voyage dans l'Inde*, par Victor Jacquemont, pendant les années 1828 à 1832. Livraisons 35 et 36.

De la part de M. Ch. d'Orbigny, la 12e livraison du t. Ier et les 15e et 16e livraisons du t. II du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dont il dirige la publication.

De la part de M. Alcide d'Orbigny, les livraisons 27-31 de sa *Paléontologie française*.

De la part de M. L.-F. Jéhan, son ouvrage, intitulé : *Esquisses des harmonies de la création*, etc. Petit in-8°, 530 p. avec planches. Paris et Lyon, 1841.

De la part de M. Fournet, son *Mémoire sur la géologie de la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans*. Extrait des *Annales des sciences physiques et naturelles, etc., de la Société royale d'agriculture de Lyon*. In-4°, 78 pages.

De la part de M. Jean de Charpentier, son ouvrage, intitulé : *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône*. In-8°, 363 pag., 9 pl. Lausanne, 1841.

De la part de M. Delcros, sa *Notice sur les comparaisons des baromètres destinés à l'expédition du nord de l'Europe*. Extrait du Ier vol. de l'*Histoire du voyage en Islande et au Groënland*. In-8°, 22 pages.

De la part de M. le docteur Grateloup :

1° Son *Mémoire sur plusieurs espèces de coquilles nouvelles ou peu connues de Mollusques*. In-8°, 69 pages, 4 planches. Bordeaux, 1840.

2° Son *Catalogue zoologique renfermant les débris fossiles des animaux vertébrés et invertébrés, découverts dans les différents étages des terrains qui constituent les formations géognostiques du bassin de la Gironde*. In 8°, 77 pages. Bordeaux, 1838.

De la part de M. Henri Nyst, sa *Notice sur deux coquilles mexicaines appartenant aux genres Pupa et Helix*. In-8°, 4 pag., 1 pl. Extrait du t. VIII, n° 5, des *Bulletins de l'Académie royale de Bruxelles*.

De la part de M. Guibal, son *Mémoire sur le terrain jurassique du département de la Meurthe*. In-8°, 48 pag., 1 pl. Extrait du vol. des *Mémoires de l'Académie de Nancy*, pour l'année 1840.

De la part de M. Warden :

1° Le *Rapport sur les travaux de M. Espy, relatifs aux*

Tornados. In-4°, 9 pages. Extrait des *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 15 mars 1841.

2° Une *Communication faite à la Société philosophique américaine dans une de ses séances de* 1839, *au sujet des trombes, et relativement à un mémoire de M. Pelletier sur la cause de ces météores*, par Robert Hare, M. D. In-8°, 12 pages. Philadelphie, 1840.

De la part de M. Jules Itier, son *Mémoire sur les roches asphaltiques de la chaîne du Jura*. In-8°, 33 pag., 1 carte.

De la part de M. E. Desor, son compte-rendu des *Excursions et du séjour de M. Agassiz sur la mer de glace de Lanteraar et du Finsteraar*, en société de plusieurs naturalistes. In-8°, 102 pag., 2 pl. Extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève*, n^os^ de mars et avril 1841.

De la part de M. H. Hogard, la 1re partie de son *Esquisse géologique du val d'Ajol*. In-8°, 44 pag., 1 pl.

De la part de M. Fischer de Waldheim, sa *Lettre sur le Rhopalodon, genre de Saurien fossile du versant occidental de l'Oural*. In-8°, 10 pag., 1 pl.

De la part de M. Phillips, son ouvrage, intitulé : *Illustrations of the geology of Yorkshire*, etc. (Faits géologiques remarquables du comté de Yorkshire). In-4°, 1re part., 184 p., 14 pl. ; 2e part., 253 pag., 25 pl. Londres.

De la part de M. Buckland, *Description of a series of geological models*, etc. (Description d'une suite de coupes géologiques principalement relatives aux terrains stratifiés), par F. Sopwith. In-12, 84 pages, 12 planches. Newcastle-on-Tyne.

De la part de M. Th. Weaver, son ouvrage, intitulé : *On the composition of chalk rocks and chalk marl*, etc. (De la composition des roches et des marnes calcaires par des animalcules microscopiques, d'après les observations de M. Ehrenberg, avec un Appendice sur les recherches de M. A. d'Orbigny). In-8°, 43 pages. Londres, 1841.

De la part de M. S. P. Pratt, son travail, intitulé : *Description of some new species of Ammonites*, etc. (Description de quelques espèces d'Ammonites découvertes dans l'oxford-

clay, près du grand chemin de fer occidental entre Chippenhand et Wooton-Basset). In-8°, 4 pag., 4 pl.

De la part de M. A. de Zigno, son travail, intitulé : *Sulla giacitura dei terreni di sedimento*, etc. (Sur le gisement des terrains de sédiment dans les environs de Trévise.) In-8°, 16 pag., 1 pl. Padoue, 1841.

De la part de M. F.-O. Scortegagna :

1° Son ouvrage, intitulé : *Schiarimenti del dottore*, etc. (Eclaircissements sur l'ichthyolithe de la bibliothèque publique de Vicence.) In-8°, 50 pages, 1 pl. Padoue, 1821.

2° Un nouvel ouvrage, ayant pour titre : *Epistola sommaria contenente*, etc. (Lettre contenant quelques nouveaux éclaircissements sur l'ichthyolithe de la bibliothèque publique de Vicence.) In-8°, 16 pag., 7 pl. Padoue, 1841.

3° Un travail, intitulé : *Sopre il teschio*, etc. (Mémoire sur la mâchoire d'un Crocodile fossile, trouvée près du mont Loligo. In-4°, 13 pag., 1 pl. Venise, 1838.

De la part de M. A. Catullo :

1° Son ouvrage, intitulé : *Trattato sopra la costituzione*, etc. (De la constitution géognostico-physique des terrains alluviens et postdiluviens de la province de Venise.) In-8°, 512 pag. Padoue, 1838.

2° Un travail, ayant pour titre : *Osservazioni geognostico-zoologiche*, etc. (Observations géognostico-zoologiques sur deux écrits publiés dans le t. III des Mémoires de la Société géologique de Paris, dans l'année 1838.) In-1°, 26 pages, 2 pl. Padoue, 1840.

3° Son *Discours prononcé pour l'ouverture des cours de l'Université de Padoue, le* 1er *décembre* 1839. In-4°, 44 pag. Padoue, 1839.

De la part de M. Z. Barnaba La-Via, un travail, intitulé : *Relazione Accademica*, etc. (Compte-rendu des travaux de la Société gioénienne, pour la seizième année de son existence, prononcé le 16 mars 1840.) In-4°, 24 pag. Catane, 1840.

De la part de M. Bianconi, son ouvrage, intitulé : *Storia naturale*, etc. (Histoire naturelle des terrains volcaniques,

des laves et des phénomènes géologiques opérés par le gaz hydrogène.) In-8°, 215 pag., 2 pl. Bologne, 1840.

De la part de M. Helmersen, son ouvrage, intitulé : *Erlauterungen zu der*, etc. (Observations relatives à la carte des montagnes de la Russie d'Europe.) In-8°, 32 pages. Saint-Pétersbourg, 1841.

De la part de M. Roemer, son ouvrage, intitulé : *Die Fersteinerungen*, etc. (Les pétrifications de la formation crétacée du nord de l'Allemagne), par A. Roemer, 2e part.

De la part de M. Goeppert : *Les genres des plantes fossiles comparés avec ceux des plantes modernes*, par R. Goeppert. In-4°. Livraisons 1 et 2. Bonn, 1841.

De la part de la Société royale des sciences de Danemark : *Oversigt*, etc. (Extrait des travaux de la Société pour l'année 1839.) In-4°, 38 pages ; et pour l'année 1840, in-4°, 44 pages.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, par MM. les Secrétaires perpétuels, nos 25 et 26 du premier semestre, et nos 1 à 18 du second semestre 1841, avec la table des matières pour le premier semestre de 1841.

Annales des mines, tom. XIX, 1re, 2e et 3e livraisons de 1841.

Bulletin de la Société de géographie, nos 90 à 93. Juin-septembre 1841.

Mémorial encyclopédique, nos 126 à 129, juin à septembre 1841.

Mémoires de la Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers, 4e livraison du IVe vol., année 1841.

Bulletin de la Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers. (Travaux du comice horticole de Maine-et-Loire.) N° 13 du IIe vol.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, nos 70 et 71.

Actes de l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux. Troisième année, deuxième trimestre.

Bulletin de l'Académie royale des sciences de Bruxelles, n° 12 pour 1840, et nos 1 à 5 pour 1841.

Annuaire de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles. Septième année.

Nouveaux mémoires de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles, t. XIII et XIV.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, année 1840, nos 3 et 4; année 1841, n° 1.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel Annuaire de minéralogie, etc., publié par C. de Leonhard et G. Bronn), année 1841, 2e cahier.

Studien des Gœttingischen, etc. (Travaux de l'Union de Gœttingue.) Vol IV, n° 3, 1841.

Il Progresso, etc. (Le Progrès des sciences, des lettres et des arts.) Nouvelle série, 10e année, n° 55.

Det Kongelige danske, etc. (Mémoires mathématiques et physiques de la Société royale des sciences de Danemark.) In-4°, avec planches, année 1841, vol. VIII.

L'Institut, nos 391 à 410, du 24 juin au 4 novemb. 1841.

Proceedings, etc. (Procès-verbaux de la Société géologique de Londres, n° 32, année 1833.

The Athenæum, nos 713 à 732.

The mining Journal, nos 305 à 311, et 313 à 323.

Catalog, etc. (Catalogue de collections géologiques et de pétrifications publiées par le comptoir de minéraux à Heidelberg.) 1841.

Programme des questions proposées pour le concours de 1842, *par l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles.* In-4°, 7 pages.

Extrait du programme de la Société hollandaise des sciences de Harlem, pour l'année 1842.

Programme des prix proposés pour 1842, *par l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Rouen.*

Programme des prix proposés par la Société industrielle de Mulhouse, pour être décernés dans l'assemblée générale de mai 1842.

Censura, etc. (Rapport sur les mémoires présentés à la Société royale des sciences de Danemark pour le prix de 1840, et nouvelles questions mises au concours par la Société pour l'année 1842.) In-8°, 6 pages.

Prospectus d'un ouvrage publié par M. Guérin-Méneville, et ayant pour titre : *Species et Iconographie générique des animaux articulés.*

XIVe section de la carte géognostique du royaume de Saxe, avec une description de cette section.

De la part de M. Helmersen, *Carte géologique de la Russie d'Europe.*

CORRESPONDANCE ET COMMUNICATIONS.

Le secrétaire lit successivement des lettres de MM. Catullo, de Padoue ; Renard, secrétaire de la Société impériale des naturalistes de Moscou ; Henri Cohen; Quetelet, secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Bruxelles; Grateloup, président de la Société Linnéenne de Bordeaux, et Jéhan, qui annoncent à la Société l'envoi des ouvrages mentionnés ci-dessus.

Le secrétaire communique l'extrait suivant d'une lettre de M. de Verneuil, adressée de St-Pétersbourg à M. d'Archiac.

Moscou, le 4 octobre.

Nous avons fait deux grandes coupes transversales de l'Oural, l'une des plaines d'Orenbourg à Verschne-Ouralsk, dans la steppe des Kirghis, et l'autre de Verschne-Ouralsk à Sterlitamak. Ces deux coupes avaient pour but de nous faire comprendre le Sud-Oural encore si peu connu des géologues, à l'exception de MM. Helmersen et Hoffmann. La chaîne, comme vous le savez, s'élargit et se subdivise à partir de Slataoust ; les montagnes s'élèvent et sont coupées par de profondes déchirures ; enfin, la nature y devient aussi belle et aussi pittoresque que dans les régions montagneuses de nos pays. Les roches ignées, telles que porphyres et serpentines, forment une bande à l'E. de la chaîne, et se prolongent dans les steppes des Kirghis, où elles se relèvent çà et là. Le centre de la chaîne est occupé par une masse énorme de terrain silurien dans lequel dominent les schistes et les quarzites, mais où cependant on trouve encore des bandes calcaires assez épaisses caractérisées par des *Pentamères.* Quant au calcaire carbonifère, il ne se trouve développé, d'une manière continue et régulière, que sur les flancs occidentaux de l'Oural; il constitue une suite de montagnes dirigées presque N. S., dont les formes mamelonnées sont tout-à-fait particulières. La région véritablement montagneuse

cesse avec le calcaire carbonifère : aussi celui-ci ne mérita-t-il jamais mieux son ancien nom de *calcaire de montagne*.

En le quittant, on entre dans un pays encore ondulé, mais à pentes peu rapides, et l'on se trouve bientôt dans les plaines, où commence une formation qui acquiert en Russie une immense étendue. Cette formation, qui vient se poser sur les derniers gradins de l'Oural, depuis le 60e degré au N. jusqu'à Orenbourg et au-delà, participe encore accidentellement à quelques unes des dislocations de la chaîne et du calcaire carbonifère; puis se répand dans la plaine en couches horizontales. Ce grand dépôt est évidemment supérieur au terrain houiller, dont nous avons vu plusieurs représentants avec houille et *Goniatites* sur divers points de l'Oural. Il se compose d'une alternance de couches de calcaire, de marnes et de grès, disposées de telle sorte que les plus grandes masses de calcaire sont à la base et la plupart des grès à la partie supérieure. Les calcaires et les grès qui alternent renferment de petits *Productus* différents de ceux du calcaire de montagne, plusieurs autres fossiles qui leur sont entièrement propres, quelques plantes du terrain houiller, et un plus grand nombre encore qui paraissent appartenir à de nouvelles espèces.

C'est à cette époque que nous rapportons la plupart des grands dépôts de gypse de la Russie, depuis la Pinega et la Dvina au N. jusqu'à la Tchussavaya, la Silva, Kungur, les environs d'Orenbourg, etc., etc. Plusieurs des sources salées de la Russie et les magnifiques salines d'Iletsk Zastchita, où le sel est exploité dans d'immenses carrières à ciel ouvert, sont encore de la même époque. Les grès de la partie supérieure sont pauvres en coquilles fossiles, mais on y trouve des ossements de Sauriens et des poissons que nous considérons comme des *Palæothrissum*. Ces grès vous sont connus depuis long-temps sous le nom de grès cuivreux; car, à quelques exceptions près, ils fournissent la plupart des minerais de cuivre de cette partie de la Russie. Le minerai ne s'y rencontre guère en filons. Il a pénétré certaines couches ordinairement très minces, et il forme en partie le ciment.

Ce grand terrain, qui part des flancs de l'Oural, vient jusqu'au Volga; il le traverse même, et les calcaires d'Arzamas au S. de Nijni-Novogorod en font encore partie. La vaste échelle sur laquelle il est développé en Russie, et la différence lithologique qui le distingue des dépôts contemporains dans le reste de l'Europe, pourraient peut-être autoriser à lui donner un nouveau nom. En le plaçant sur le parallèle du Todtliegende, du Kupfer-Schiefer et du Zechstein de l'Allemagne, nous ne pouvons nous

dissimuler qu'il présente une succession de dépôts très différents de celle que nous venons de nommer, et comme il nous paraît plus complet ici que dans aucun autre pays, nous pensons qu'il restera le terrain-type, et qu'il servira de terme de comparaison. Le nom de *Système Permien*, nom dérivé de l'ancien royaume de Permie, aujourd'hui gouvernement de Perm, dont ce dépôt occupe une large part, semblerait assez lui convenir en ce qu'il indique la partie de l'Europe où les mers qui ont succédé immédiatement à l'époque houillère ont eu le plus d'étendue et où par conséquent les dépôts approchent le plus de l'état normal.

Si vous voulez actuellement connaître quelque chose du reste de ma route, il faut que vous me suiviez le long du Volga, depuis cette belle presqu'île qu'il forme vis-à-vis de Samara, jusqu'à Tzaritzin, passant à travers les formations jurassique, crétacée et tertiaire. De Tzaritzin, nous avons abandonné le grand fleuve pour aller sur le Don, et de là sur les bords de la mer d'Azof, où nous avions une étude particulière à faire, celle du terrain carbonifère du Donetz.

Vous vous souvenez que nous avons examiné, il y a trois ans, à l'École des mines, une petite collection du Donetz envoyée par le général Tcheffkine, à la demande du baron de Meyendorf; nous y avions déjà remarqué l'association de calcaires à *Productus* avec les couches houillères; c'est qu'en effet, il y a, dans ce pays, des alternances souvent répétées de grès, avec ou sans houille, et de calcaires carbonifères, qui semblent placer ce terrain un peu plus bas que le véritable terrain houiller. C'est, au reste, l'équivalent exact des calcaires carbonifères du N. et du centre de la Russie; mais au lieu de ne former, comme dans le N., qu'une seule masse calcaire divisée par quelques lits d'argile, et reposant sur du sable avec un peu de houille de mauvaise qualité, dans le Donetz c'est un grand système de grès et de schistes avec houille auxquels de nombreuses couches calcaires sont subordonnées. Les houilles et les anthracites qu'il renferme sont à peine exploitées, et nulle part les exploitations, privées des machines nécessaires, ne pénètrent au-dessous du niveau de l'eau : aussi sont-elles peu productives; mais je ne doute pas qu'un jour la Russie ne trouve là pour sa marine et son industrie des ressources inépuisables.

Cette différence entre le bassin du midi de la Russie et celui du centre, que nous appelons bassin de Moscou, nous a été expliquée par la découverte d'un grand axe devonien qui traverse le centre de la Russie, de l'E. S. E. à l'O. N. O., dans les parallèles

d'Orel et de Voroneje, et qui, servant de barrière entre eux, séparait, dès l'époque carbonifère, les mers dans lesquelles les dépôts se sont formés. On comprend alors comment des différences dans les courants, les affluents, la forme du rivage, etc., ont dû occasionner des différences correspondantes dans les caractères des sédiments. Ces couches devoniennes renferment les mêmes *Holoptychus* que celles de la Livonie et de la Courlande, une partie des mêmes espèces de mollusques et d'autres encore qui n'avaient jamais été trouvées en Russie, tels entre autres que le *Spirifer Archiaci* du Bas-Boulonnais.

Nous avons préparé pendant notre séjour à Moscou un tableau des terrains de la Russie, avec l'indication des localités les plus remarquables et les fossiles caractéristiques, et il sera présenté à notre Société géologique aussitôt que nous l'aurons terminé.

Le géologie de la Russie ne tardera pas à être bien connue jusque dans ses détails, malgré l'étendue de cet empire. Le comte Cancrine, ministre des finances, et le général Tcheffkine protègent cette science d'une manière toute spéciale. Le colonel Helmersen, directeur de l'École des mines, parcourt chaque année quelques parties de l'empire avec de jeunes ingénieurs. Des ordres sont donnés pour envoyer les fossiles des provinces même les plus éloignées; des hommes intelligents sont occupés à classer toutes ces richesses, et dans peu d'années l'école des mines de Saint-Pétersbourg possédera la plus intéressante des collections palæontologiques, embrassant à la fois la moitié de l'Europe et la moitie de l'Asie. Le résultat final de ces études sur une vaste échelle sera, comme nous le disions cet hiver, d'améliorer peu à peu les divisions introduites jusqu'à présent dans les couches de la terre, de connaître quels sont les dépôts qui ont une grande étendue géographique, et ceux qui sont, au contraire, limités à certaines régions, et par suite de pouvoir distinguer les grandes causes des petites.

Dans le règne organique, nous arriverons de cette manière à faire la part des modifications purement locales et celle des grands changements ou renouvellements d'espèces qui ont embrassé, sinon la terre entière, au moins une grande partie de sa surface. Alors, quand les géologues auront tout observé et comparé, il sera permis à quelque génie de premier ordre de renouer la chaîne des événements, et de nous raconter l'histoire de notre globe avant que nous ne vinssions l'habiter.

M. Viquesnel adresse la note qui suit :

Marbre tertiaire de Grauves.

Les échantillons que je mets sous les yeux de la Société proviennent d'un banc épais de calcaire d'eau douce qui forme l'escarpement du plateau tertiaire situé dans le département de la Marne, entre les villages de Grauves, de Cuys, Cramant, Avize et Oger-les-Sept-Vents. La carrière où j'ai pris ces échantillons, ouverte depuis un an, se trouve à un quart de lieue S.-E. de Grauves, et à cinq minutes de marche, à l'E., du moulin Darcy.

En 1838, j'ai donné, dans une note insérée au *Bulletin* de la Société (pages 296 à 308), la description du banc calcaire dont je parle en ce moment. Je me contente de rappeler : 1° qu'il repose sur les cendrières, et se trouve recouvert par le calcaire siliceux ; 2° que sa composition varie à de courtes distances. Ce banc, à structure fragmentaire, formé d'éléments friables à Courcout et à Vinay, présente au plateau qui nous occupe une grande ténacité due à la pénétration d'un ciment calcaire. On l'exploite près d'Avize, comme pierre de taille ; à la carrière du moulin Darcy, la roche acquiert une compacité suffisante pour recevoir le poli et fournir un marbre d'un effet agréable. Les fragments qui entrent dans sa composition, formés d'un calcaire jaunâtre ou gris jaunâtre légèrement argileux, se détachent sur la teinte plus claire du ciment. Les couleurs prennent quelquefois assez de vivacité pour produire un marbre presque aussi beau que la brèche de Sienne.

Malheureusement les fragments n'offrent pas une égale dureté. Les uns, renfermant une forte proportion d'argile, prennent mal le poli; les autres, en petite quantité, sont du silex pur. On remarque dans la roche quelques vides ordinairement remplis par une terre ocreuse rougeâtre et par des cristaux de chaux carbonatée, tantôt purs, tantôt colorés en rouge par le peroxide de fer.

Le remplissage des interstices de la roche paraît dû à la pénétration d'un ciment calcaire chargé de particules argileuses. Il semble qu'un départ se soit effectué dans les éléments de nature différente qui composaient le ciment. Les matières argileuses se seront déposées les premières sur les parois des géodes, et la chaux carbonatée, dégagée des particules étrangères, aura pris la forme cristalline.

Le banc calcaire altéré à sa surface par le contact de l'air se

partage en plaques d'une épaisseur inégale. A quelques pieds de profondeur, il présente une masse puissante coupée par des fissures verticales, horizontales ou inclinées. Les blocs composés de fragments très compactes, fortement soudés par le ciment, sont mis en œuvre, et leurs produits livrés au commerce. Les blocs qui présentent les accidents précédemment décrits sont débités et vendus comme pierre à bâtir.

Le propriétaire de la carrière va transformer le moulin Darcy en une scierie destinée à l'exploitation du marbre de Grauves.

Le secrétaire communique les procès-verbaux de la réunion extraordinaire d'Angers. Après cette lecture, M. Rivière fait remarquer que les schistes-ardoises, sur certains points, n'ont pas subi de métamorphisme au contact des amphibolites, mais qu'elles sont devenues friables et terreuses; et ensuite, que l'expression de bassin ne peut pas être employée pour la coupe de Sablé à Solesmes, parce que la disposition que l'on observe est due à un relèvement brusque occasionné par l'apparition des diorites et des amphibolites.

M. Michelin met sous les yeux de la Société un fragment d'une grande espèce de Bélemnite, trouvée dans la grande oolithe à Vilaine-la-Carosse, près Mamers (Sarthe), par M. Paul de Viennay. Cette Bélemnite devait avoir près de 6 décimètres de long, et au lieu de présenter, dans une cassure à 2 décimèt. environ de son sommet, la structure radiée et fibreuse habituelle à ces corps, elle offre deux cavités irrégulières d'inégale grandeur, garnies de nombreuses lamelles disposées parallèlement et presque en entonnoir les unes dans les autres. Le test extérieur ne paraît pas altéré en cet endroit, et cependant sa texture n'en est pas fibreuse comme à l'extrémité antérieure vers l'alvéole. M. de Viennay, qui a souvent exploré ces carrières, n'y a jamais rencontré que cette Bélemnite, et rarement des débris d'Ammonites.

Aperçu des observations géologiques faites dans le nord de l'Europe, principalement sur les traces anciennes de la mer, pendant les années 1837-1838, par M. Eugène Robert.

CHAPITRE Ier. — *De Hamboürg à Hammerfest en Laponie.*

Dans les notes géologiques que j'eus l'honneur d'adresser à M. Cordier, en 1837, sur la Séelande, la Norwège et la Suède, et que ce professeur célèbre a bien voulu communiquer à la Société de géologie, le 15 janvier de l'année suivante (1), j'ai principalement attiré son attention sur les blocs erratiques de la Norwège. A ce sujet, j'avais cru devoir faire remarquer que l'île Jomfruland, située dans le golfe de Christiania, représentait exactement par sa forme et sa composition aussi bien que par sa direction du N. au S. un de ces ases (ôses) ou Sundœsar, collines de cailloux roulés, si fréquentes en Suède, et j'ajoutais que cette île continuait à s'étendre évidemment sous la seule influence des courants sous-marins, qui sont d'une force extraordinaire le long des côtes de la Norwège.

A l'appui de cette observation, qui me porte à n'admettre à son égard qu'un phénomène journalier encore en action, je citerai la Séelande, la Fionie, le Jutland, le Holstein, et même le Hanovre, bien au-delà de la rive gauche de l'Elbe.

De vastes dépôts de sable argileux grisâtre, sur la nature desquels je reviendrai plus loin, constituent les contrées que je viens de désigner et comblent le fond des fiords de la Suède et de la Norwège. Ils renferment, comme s'ils les tenaient en suspension, d'énormes blocs roulés ou usés, appartenant aux roches primitives. Tous ces éléments proviennent sans doute de la destruction des montagnes scandinaves; mais ce qu'il m'importe le plus de signaler à présent, c'est la disposition de la Séelande, de la Fionie et du Jutland à l'égard du grand golfe de Christiania ou de Kattégat. Ces îles ne pourraient-elles pas être assimilées à ces dépôts fluviatiles qui forment des angles saillants dans les anses des fleuves? En effet, la pointe Skagens-udde du Jutland correspond d'une manière remarquable au centre du golfe précité, et se trouve précisément dans le méridien de Christiania. D'après cela, je serais porté à croire que la Séelande, la Fionie, etc., ne sont pas autre chose que de grands atterrissements. On en pourrait aussi tirer

(1) Page 114 de son *Bulletin*.

cette conséquence, que l'entrée de la Baltique ou le Sund s'oblitérant de jour en jour, il arrivera un moment où cette mer ressemblera au grand lac qu'on appelle la mer Caspienne. Les eaux de la Baltique sont déjà, comme on sait, moins salées que celles de l'Océan.

Quand on parcourt les sinuosités sans fin du fiord de Tronhiem, ou Drontheim suivant nos géographes, l'un des plus grands, sans contredit, de la Norwège (il traverse plus d'un degré de latitude), et vers le milieu duquel est située l'ancienne capitale des Scandinaves, leur Nidaros, on est frappé de la forme arrondie, mamelonnée et usée qu'affectent les rochers à une assez grande hauteur au-dessus du niveau de la mer. J'avais déjà observé dans un précédent voyage la même particularité sur toute la côte orientale de la Norwège et même sur celle de la Suède dans le golfe de Bothnie. Cette forme, suivant moi, ne peut être attribuée qu'à une action ancienne, lente et prolongée de la mer, dont j'ai trouvé des traces irrécusables, notamment par la présence du *Saxicava rugosa* dans un calcaire de transition noirâtre que ces mollusques ont percé à 400 pieds environ de hauteur au-dessus du niveau actuel de la mer près de Christiania.

Je fis l'ascension de la montagne de Steinberg située à l'O. de la ville de Tronhiem. Je la trouvai composée de gneiss blanchâtre et de talcite feldspathique avec veines d'épidote. Cette dernière roche constitue presque entièrement les montagnes environnantes, et présente des strates très feuilletés, redressés de 15 à 20°, et dirigés du N.-O. au S.-E. Ces strates sont faciles à compter au milieu de la végétation qui la recouvre quelquefois, par suite des lignes régulières de pins et de sapins qui se sont développés dans les fissures parallèles de la roche où la terre végétale a pu seulement s'accumuler.

Cette montagne offre aussi des formes arrondies et usées que j'ai mesurées avec le plus grand soin, et qui atteignent la hauteur de 234^{m},26 au-dessus du niveau actuel de la mer. A partir de ce point jusqu'au sommet, que j'ai trouvé de 342^{m},02 au-dessus du même niveau, la montagne reprend ses formes abruptes, et se termine par des sommets aigus. Bien qu'on n'y trouve pas de coquilles fossiles, on ne peut cependant pas s'empêcher d'admettre que sa partie inférieure jusqu'à la limite de la roche mamelonnée et polie, n'ait été baignée par la mer. A l'appui de cette présomption, j'ajouterai par anticipation que sur la petite île Lexen, où nous fûmes obligés de relâcher en sortant de Tronhiem-Fiord, il existe des rochers de 300 pieds de hauteur environ, au-dessus

du niveau de la mer, tous caractérisés de la même manière. Ils sont composés de bas en haut de protogine schistoïde à feuillets contournés, passant au gneiss vers le milieu du point le plus élevé de l'île, et au pétrosilex talcifère tout-à-fait au sommet du piton qu'il présente ; ils sont tous complétement arrondis, et offrent, en outre, vers leur tiers supérieur, une grande caverne tout-à-fait analogue à celles que les eaux de la mer creusent encore sur les côtes de la Norwège.

Des galets marins se rencontrent jusque sur les sommets arides de l'île Lexen; enfin, d'énormes blocs arrondis de gneiss rougeâtre, de gneiss granitiforme de même couleur, de gneiss noirâtre, d'harmophanite, de protogine schistoïde gris noirâtre et de pegmatite d'un gris blanchâtre, encombrent un ravin à son embouchure sur la côte S. de la même île. Il m'a été cependant impossible de trouver le gisement de ces roches, excepté celui de la protogine. Je ferai, en outre, remarquer pour les rochers de cette localité, comme pour la base de la montagne de Steinberg, que leurs surfaces arrondies, et qui ont été évidemment polies par des eaux puissantes, sont moussues, ou tendent à se couvrir de cryptogames, ce qui ne devrait pas exister, ce me semble, dans le cas où ces formes seraient dues à l'action des eaux fluviatiles et torrentielles actuelles.

Relativement encore à ces formes arrondies, si multipliées que le crayon peut à peine les retracer toutes, quand on fait le croquis d'un point quelconque de la côte, et qui ne se présentent, comme je viens de le dire, que vers la région inférieure des côtes montagneuses de la Norwège, ainsi qu'à la surface entière des nombreux îlots, qui en rendent les abords si dangereux aux navigateurs; j'ai cru reconnaître que cette disposition mamelonnée a été déterminée primitivement par de grandes fissures qui se sont formées de haut en bas et obliquement dans les montagnes, correspondant assez bien au mode de stratification des rochers; ces solutions de continuité ont permis à la mer de les entamer plus facilement, de manière à donner souvent aussi naissance à des pitons ou à des cônes isolés au milieu de verdoyantes vallées, et ces grands pics, par leur réunion, se présentent pour ainsi dire comme les conifères précités en suivant des lignes parallèles entre elles.

D'après ce que je viens de dire, et en y joignant mes observations sur les gisements des coquilles fossiles situés à différentes hauteurs au-dessus du niveau de la mer, gisements que j'ai suivis jusqu'au cap Nord, on peut reconnaître que ce niveau a

changé d'une manière presque générale à l'égard des côtes de la Scandinavie. C'est, sans aucun doute, à ce phénomène, j'ose le dire en passant, que les principales cités de ce royaume sont redevables de leur existence et de leur prospérité agricole; c'est aussi ce délaissement de la mer qui a créé les îles du Danemark. Christiania, Larvig et Tronhiem sont construites au fond de grands fiords et sur un sol d'atterrissement circonscrit par de hautes montagnes primordiales; ces villes sont situées au centre d'une espèce de bassin quaternaire composé d'une terre argilo-sablonneuse, gris blanchâtre, très fertile, et qui atteint jusqu'à 2 et 300 pieds de puissance à la cascade du Nid-Elv (Leer-Foss), près de Tronhiem; là ce terrain constitue de nombreuses collines qu'on serait tenté de prendre, à cause de leur forme souvent conique, pour des tumulus scandinaves, si elles n'étaient pas terminées par une petite plate-forme qui indique qu'elles sont dues à l'action dégrandante des eaux pluviales et torrentielles.

Comme je l'ai déjà dit au commencement de ce chapitre, ce dépôt me paraît être le résultat de la désagrégation des roches de la Scandinavie, et je mettrais en première ligne les schistes argilo-talqueux si abondants dans les gneiss de la Norwège. C'est encore ce schiste qui, par sa décomposition, forme la vase que la sonde n'a cessé de rapporter dans Tronhiem-Fiord jusqu'à 200 brasses de profondeur dans des passes très étroites; nous l'avons même reconnu très au large dans les mers d'Allemagne et du Nord (1).

J'ajouterai que les eaux de ces fiords, remuées profondément par les courants, paraissent tenir constamment en suspension du sable très ténu que l'on voit briller à une grande profondeur par l'effet du soleil.

Les montagnes de toute la partie occidentale de la Norwège et du Finmark jusque vers le cap Nord, peuvent être considérées comme très hautes, si l'on veut tenir compte de leur base, qui sera peut-être découverte un jour, et qui plonge encore à une grande profondeur dans la mer. Pour en donner une idée, je dirai que nous filâmes dans le Tronhiem-Fiord plus de 200 brasses de sonde sans avoir pu trouver fond, bien que pendant cette opé-

---

(1) La tangue des côtes de Bretagne et de Normandie, si recherchée pour l'amendement des terres, n'est, suivant moi, qu'un détritus semblable de roches primitives causé par l'action de la mer, mais encore pénétré de sel marin qui lui donne, comme on sait, une propriété particulière si active.

ration, nous fussions souvent assez près des rochers pour les toucher avec la main.

L'antique et célèbre Domkirke (cathédrale) de Tronhiem, brûlée et saccagée plusieurs fois, est construite, surtout dans ses parties sculptées, avec un talcite verdâtre très tendre, qu'il m'a été impossible de voir en place; mais il est à croire qu'il provient d'une carrière située près de la ville. Je dois cependant mentionner que, d'après l'assurance de Claude Undalin, ce talcite aurait été apporté du Groënland, où l'on voit, en effet, les Esquimaux se servir d'une roche semblable pour faire des marmites et des lampes.

Les montagnes voisines d'Hammerfest, qui, à l'époque où j'écrivis ces notes (12 juillet), étaient encore marbrées de neige sous forme de grandes taches ou de rubans argentés, descendant jusqu'au bord de la mer, sont presque toutes terminées en aiguilles, et offrent à leur base des traces d'usure attestant sans doute encore l'ancien séjour des eaux. Je n'ai pas tardé à voir confirmer cette opinion par le fait suivant dans la rade d'Hammerfest, qui rappelle si bien l'Islande sous tous les rapports. A une faible hauteur au-dessus du niveau actuel de la mer (60 à 80 pieds), et au-dessous de la terre végétale, entre les nombreux blocs provenant de la montagne voisine, et que je suppose avoir été arrondis par les eaux de la mer, j'ai observé, derrière la ville même, un dépôt de scories volcaniques, noirâtres, légères et roulées, qui n'ont pu être amenées là que par la mer. Ce fait inattendu, prouvant si bien le séjour qu'elle fit dans cette localité, offre encore cela d'intéressant, qu'il peut jeter un nouveau jour sur la direction des courants qui ont amené ces matières, sorties de l'Islande ou de l'île de Jean Mayen, car je ne sache pas qu'il y ait des terrains volcaniques dans le voisinage du cap Nord. D'ailleurs, des scories semblables accompagnent souvent les bois flottés; et plusieurs habitants m'ont assuré en avoir vu sur les côtes de Norwège, depuis Hammerfest jusqu'à Tronhiem, situé précisément par la latitude de l'Islande.

Chapitre II. — *Voyage au Spitzberg.*

Malgré le court séjour que nous fîmes dans cette île curieuse, j'eus cependant le temps nécessaire pour étudier la constitution géologique de la partie que nous visitâmes, ainsi que ses glaciers, et les glaces flottantes, qui seront traitées à part.

La rade de Bell-Sund, où nous relâchâmes, située sur la côte occidentale de la plus grande terre, par 78° de latitude environ,

est partout environnée de hautes montagnes dont la forme déchiquetée m'avait d'abord fait présumer, étant au large, qu'elles étaient de la nature de celles de la Norwège, ou en d'autres termes primitives; mais il n'en est rien, et quand je les ai visitées, j'ai été fort étonné de les trouver presque toutes composées de roches sédimentaires, à couches très inclinées. Leur disposition générale rappelle, au reste, les montagnes de la Scandinavie, et, quoique de nature bien différente, on pourrait regarder les unes et les autres comme étant contemporaines, ou attribuer leur dernier relief à une même cause. Celles du Spitzberg paraissent courir généralement du S.-O. au N.-E., et constituent pour ainsi dire le dernier anneau de la grande chaîne norwégienne, le pendant des monts rocailleux, qui aurait alors, en supposant que la mer ne l'interrompît pas, un développement de 5 à 600 lieues du N. au S. (1).

Au fond de la rade de Bell-Sund, derrière l'établissement abandonné des Russes, et encombré aujourd'hui de glace, j'ai d'abord exploré un chaînon de montagnes très escarpées C'est une anagénite glandulaire calcarifère à grains plus ou moins fins, quelquefois schistoïdes, ou passant à un grès quarzeux, et qui repose immédiatement sur un talcite phylladiforme pyriteux, passant lui-même à un autre talcite verdâtre qui lui est peut-être inférieur ou subordonné.

Tout ce système n'offre aucune trace de fossiles; on trouve beaucoup de rognons de gypse saccharoïde d'une pureté extrême au pied de ces montagnes, où ils m'ont paru s'être formés par suite de la décomposition des pyrites contenues dans le phyllade, et de l'action de l'acide sur le calcaire qui forme des nodules ou qui fait partie intégrante de l anagénite.

Ce même système sert d'enveloppe ou est adossé à une sélagite (siénite hypersthénique) de couleur plus ou moins vert noirâtre, la seule roche cristalline et d'origine supposée ignée que j'aie rencontrée au Spitzberg. On y peut, suivant les partisans de la théorie des soulèvements, lui faire jouer un grand rôle dans l'inclinaison des montagnes de transition et secondaire, et suivant

(1) L'île de Beeren-Eiland, dont la constitution géologique paraît entièrement analogue à l'une des formations du Spitzberg (c'est du calcaire carbonifère), quoiqu'à peine élevée au-dessus du niveau de la mer, eut être considérée comme la continuation de cette chaîne, ou comme un point intermédiaire entre le cap nord de la Laponie norvégienne et la pointe méridionale (hornsund) du Spitzberg.

ceux du métamorphisme, dans la nature des calcaires qui les accompagnent, et qui sont peut-être, à en juger par quelques roches isolées, à l'état de dolomie (1). Cette sélagite perce sur plusieurs points de la côte, et constitue notamment la masse d'une montagne haute de 550 mètres environ, sur le sommet déchiqueté de laquelle on avait établi la station supérieure de l'Observatoire, et baptisée par cette raison du nom de montagne de l'Observatoire. Cette roche, fortement redressée, et qui offre à la surface de ses fragments des stries remarquables de glissement, renferme beaucoup de fer titané (ainsi que je l'ai reconnu depuis mon retour en France), ce qui aurait pu nuire aux observations magnétiques faites sur ce point, sans les précautions dont on a dû sans doute s'entourer.

Les autres montagnes de Bell-Sund, plus élevées encore, appartiennent entièrement à la période carbonifère. J'ai d'abord recueilli à leur base, dans une falaise de calcaire gris-noirâtre, peu élevée au-dessus du niveau de la mer, un grand nombre de Productus, de Spirifères, etc.; puis dans un calcaire noirâtre de la même période et situé un peu plus loin, tout ce qui caractérise le terrain houiller proprement dit, lequel a, au Spitzberg, une très grande puissance. Le combustible se trouve ici à l'état d'anthracite terreuse, et il est à supposer que la houille extraite, il y a quelques années, d'Eis-Sund, pour l'usage des mines de Kaafiord, en Norwège, était sèche ou de la même nature. Les grès quarzeux, rougeâtre et blanc-noirâtre, qui l'enveloppent, portent des empreintes qui m'ont paru pouvoir être rapportées généralement à des Calamites ou bien à des Sigillaires. J'ai recueilli aussi dans le même grès une empreinte de plante qui, suivant M. Adolphe Brongniart, à l'examen duquel je l'ai soumise, appartient

(1) Loin de moi la pensée d'attaquer une théorie présentée par une autorité aussi puissante que celle de M. de Buch; mais je ne puis m'empêcher de faire remarquer ici qu'à ma connaissance il existe près de Christiania, en Norwège, un fait qui ne paraît guère lui être favorable: ainsi, à Tyve-Holmen, on voit un calcaire noirâtre, de transition, à Orthocères et à Trilobites, au milieu duquel a surgi un mélaphyre (porphyre pétro-siliceux) à grands cristaux hémitropes de feldspath. Eh bien, malgré les recherches les plus scrupuleuses que j'ai faites sur ce point, je n'ai pu découvrir la moindre altération ou modification dans le calcaire, quoiqu'on ne puisse nier qu'il ait été en contact. C'est ce dont on pourra s'assurer en examinant les échantillons que j'ai déposés au Muséum, et dans lesquels la roche plutonique empâte le calcaire, qui n'a changé ni d'aspect ni de structure.

probablement à la famille des gigantesques Lépidodendrons. Auparavant, j'avais un instant supposé que cette houille avait été formée en grande partie par des fucus décomposés, d'après le grand nombre d'empreintes végétales imparfaites, qui m'ont semblé avoir quelque rapport avec la forme de ces végétaux, notamment avec leurs racines, et ayant encore égard à ce qui se passe dans le même lieu; car la plage située au pied de ce terrain est à peine abordable, tant les plantes marines y forment des dépôts abondants, et plus ou moins en bouillie. Je ne dois pas aussi oublier de mentionner un fragment de tronc d'arbre pétréfié et bitumineux, ayant appartenu, sans doute, à un conifère que je n'ai pu malheureusement recueillir en place, mais bien au pied de la même formation et au milieu de ses débris remaniés par la mer. Dans les couches de schiste bitumineux qui accompagnent le terrain houiller, on remarque beaucoup de rognons de fer carbonaté (sidérose), qu'on pourrait, d'après leur forme exactement sphérique, prendre pour des biscaïens (1). Quoi qu'il en soit, la formation houillère se présente au Spitzberg en falaises très escarpées, où tous les accidents possibles dans la disposition de ses nombreuses couches sont parfaitement dessinés. Ces dernières se relèvent fréquemment sous l'inclinaison de 60 à 70°, et ont éprouvé les dérangements les plus remarquables. Nulle part, que je sache, le terrain houiller ne se montre aussi bien à nu qu'au Spitzberg.

Me sera-t-il permis, à l'occasion de la houille, ou de l'anthracite de cette île, de hasarder une hypothèse qui se rattache aux premiers temps du globe? Si l'on parvient jamais à connaître la nature de tous les végétaux entrant dans la composition de cette houille ou de cette anthracite, et si l'on reconnaît, par exemple, que la plupart des empreintes végétales qui caractérisent ses grès, appartiennent à de grandes Monocotylédonées herbacées et annuelles, ne trouvera-t-on pas dans ces régions reculées de la terre, des faits à l'appui de la chaleur initiale des parties supérieures de son écorce?

A cette époque où la cristallisation du globe avait lieu, sa surface jouissait d'une haute température, et le règne végétal devait se déployer dans tout son luxe, aussi bien sous l'équateur que

(1) Suivant M. Brongniart, qui a examiné ces boules, elles offrent cela de particulier, qu'elles renferment des parties spathiques, l'extérieur étant tout-à-fait lithoïde; ces rognons sont, comme on sait, les équivalents de véritables couches de carbonate de fer.

sous les pôles; mais pendant cette période thermale de la nature, si je puis m'exprimer ainsi, six mois de nuit n'en étaient pas moins six mois d'anéantissement pour tous les végétaux aériens, tandis que les Fucus croissant dans un milieu différent, y étaient presque insensibles. Les grandes Monocotylédonées, par exemple, telles que celles des marécages, devaient alors pourrir sur place, pendant ce laps de temps, au milieu de l'obscurité et d'une chaleur humide, pour se reproduire l'année suivante. Ne serait-ce point là, en y comprenant les débris de plantes marines poussées par la mer sur le rivage, les éléments de cette houille que nous avons rencontrée au Spitzberg? Ce qui se passe actuellement dans cette localité donne le plus grand poids à cette hypothèse. En effet, qu'avons-nous trouvé au Spitzberg après de minutieuses recherches, si ce n'est des empreintes de ce genre, c'est-à-dire des Calamites ou des Sigillaires, des Lépidodendrons, quelques autres empreintes gigantesques qui me semblent avoir appartenu à des Fucus, et aucunes de stype de Palmier, de Fougère et de Cycadée ou de Monocotylédonée arborescente, ces végétaux n'étant pas même révélés par la moindre trace de feuilles ou de frondes (1)?

---

(1) M. Leguillon m'ayant permis d'examiner avec lui sa magnifique collection géologique, rapportée du dernier voyage de M. Dumont d'Urville autour du monde, j'ai été frappé de la ressemblance frappante qui existe entre certaines roches de la partie méridionale de la Tasmanie ou de la terre de Van-Diémen, avec des roches de la partie occidentale du Spitzberg. C'est un calcaire carbonifère qui offre la même structure, la même coloration, et qui renferme les mêmes fossiles (*Productus*, Spirifères, Flustres, etc.), excepté cependant un grand Pecten, que je n'ai pas trouvé au Spitzberg. Cette ressemblance est tellement grande, que si les échantillons de M. Leguillou étaient confondus avec les miens, il me serait bien difficile de les reconnaître. Quant au terrain houiller, proprement dit, qui recouvre le calcaire carbonifère de Van-Diémen, les échantillons qu'en a rapportés M. Leguillou portent aussi, comme les miens, des empreintes de Calamites. Cette houille ressemble singulièrement encore à celle de Bell-Sund, et je la crois plutôt de l'anthracite que de la véritable houille.

Beaucoup de roches volcaniques, rapportées des mers du Sud par le même voyageur, ont une analogie non moins grande avec celle de l'Islande. Mais je ne puis entrer ici, à leur égard, dans un rapprochement plus étendu; j'en ferai mention dans le voyage en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et en Russie, que nous allons bientôt publier.

Après cette petite digression, je reprends la suite de mes observations.

Ainsi que dans la Scandinavie, à 120 pieds au-dessus du niveau actuel de la mer, j'ai reconnu des traces évidentes de son séjour récent par des dépôts (falun) de coquilles fossiles analogues à celles qui vivent encore dans les eaux du Bell-Sund. Ces dépôts se présentent sur divers points de la côte, tantôt sur les anagénites, tantôt sur le terrain houiller lui-même. Les coquilles, qui appartiennent généralement aux genres Mya et Saxicava, gisent dans un sable argileux grisâtre qui a aussi une singulière ressemblance, à la consistance près, avec la roche suivante, qu'il recouvre sur l'un des points de la rade. Cette roche, qu'on pourrait prendre pour une molasse, ou qui est au moins d'une époque très récente (1), renferme de nombreux fragments de lignite pisiforme, depuis la grosseur d'un pois jusqu'à celle des deux poings. On dirait qu'ils ont été roulés ou remaniés par les eaux, mais ils représentent assez bien la forme de morceaux de bois de conifère flottés qui viennent échouer sur la côte et destinés par un enfouissement ultérieur à se carboniser. Ils contiennent de petites amandes de succin très pur, et ont la plus grande analogie sous ce rapport avec des lignites trouvés sur la côte occidentale du Groënland (2).

Lorsque les coquilles, ainsi que le dépôt argilo-sablonneux qui les renferme, viennent à manquer, on trouve toujours à leur place, dans la même localité, des galets marins analogues à ceux que la mer façonne actuellement au pied de la même falaise. Je mentionnerai aussi à l'appui de cette observation, qu'immédiatement au-dessus d'une anagénite calcarifère passant à un quarzite phylladifère calcarifère, et à laquelle est adossée l'espèce de molasse dont j'ai parlé plus haut, j'ai recueilli un fragment de mâchoire de Baleine, qui n'a pu être chassé par le vent sur cette côte accore, quoique l'on puisse expliquer de cette manière la présence de nombreux débris de squelettes de ces grands animaux marins qu'on observe assez avant dans les terres basses du Spitz-

---

(1) M. Cordier a été porté à considérer cette roche comme un grès quarzeux de la période palœothérienne, quelquefois calcarifère.

(2) Ce sont des fragments semblables qui, sans doute arrachés du Spitzberg par la mer et susceptibles de flotter, recueillis sur les côtes de la Nouvelle-Zemble où ils étaient échoués, ont fait croire que cette île renfermait, comme le Spitzberg, du charbon de terre.

berg, mais bien roulé j dis par la mer. A la roche polie près, c'est donc la répétition de ce que j'ai vu en Suède et en Norwège (1).

Tels sont les terrains qui composent les montagnes de la rade de Bell-Sund, et probablement une grande partie de celles du Spitzberg, d'après les inductions que j'ai pu tirer des descriptions physiques qui ont été déjà faites sur cette contrée. Cependant, à en juger par les accidents si prononcés du sol de cette île, et la forme si aiguë de ses nombreuses montagnes, que j'avais suivies à perte de vue sur la côte occidentale, avant qu'on n'allât jeter l'ancre au fond de l'une de ses baies les plus profondes, je ne serais pas étonné qu'il existât sur d'autres points de véritables montagnes primitives appartenant au gneiss.

Enfin, relativement à la géologie proprement dite du Spitzberg, il ne sera peut-être pas sans intérêt de signaler encore parmi les objets zoologiques recueillis en abondance dans cette localité, une Térébratule que je trouvai attachée elle-même par son byssus au calcaire carbonifère qui renferme près de là ses congénères à l'état fossile.

Observations sur les glaciers et les glaces flottantes.

Ayant dû, d'après les instructions que M. Elie de Beaumont nous avait données au nom de l'Académie des sciences de Paris (2), m'occuper aussi des glaciers du Spitzberg, je vais exposer brièvement ce qu'ils m'ont offert de plus remarquable. On peut dire, sans exagération, qu'ils sont dans cette île aussi nombreux que les vallées. Ils occupent la place des rivières, et souvent même empiètent sur la mer, ainsi que nous en avons eu la preuve. Notre corvette était mouillée au pied d'un glacier immense dont les aiguilles étaient certainement plus élevées que sa mâture. Je ne saurais même, pour en donner une idée assez juste, que les comparer aux clochers de Hambourg ou de Lubeck, si remarquables par leur hauteur et leur flèche élancée.

Ce magnifique glacier paraît avoir entièrement comblé une

(1) Antérieurement, j'ai constaté en Islande, dont les côtes ont plus de mille lieues d'étendue, une foule de traces du séjour ancien de la mer, caractérisées de la même manière qu'en Scandinavie. Je les ai décrites dans la partie géologique et minéralogique du voyage de la corvette *la Recherche* en Islande et au Groënland (6e et 7e livraisons).

(2) *Histoire du voyage en Islande et au Groënland*, page 389.

baie figurée dans une carte de Vankeulen, il y a plus de cent ans, d'après un dessin du commandeur Giles, qui visita le Spitzberg vers l'année 1707. Pendant notre séjour dans cette île, la fusion des glaces devint si rapide par l'effet d'un magnifique soleil, dont les rayons dardaient constamment à leur surface, que nous vîmes le glacier rentrer dans son lit, comme une rivière qui aurait cessé de déborder. La mer, tendant de son côté à reprendre la place qu'elle occupait auparavant, sapait sa base sans relâche et déterminait à chaque instant des éboulements épouvantables, quelquefois de plusieurs aiguilles à la fois, figurant dans leur chute une cathédrale qui s'écroulerait. Cette chute, qui se fait par renversement, tout d'une pièce, est accompagnée d'un bruit semblable à celui d'un tonnerre lointain. L'eau jaillit pendant longtemps à une grande hauteur dans les anfractuosités de la nouvelle falaise de glace; enfin, cette scène imposante se termine par une espèce de ras de marée capable de faire déraper de petits navires, et on ne peut alors accoster facilement le rivage. Notre corvette, dans ces instants, éprouvait même un fort roulis, et se trouvait bientôt environnée de glaces flottantes de dimension assez grande pour ressembler à de petites montagnes, plus ou moins pures, plus ou moins compactes, quelquefois d'un noir foncé, quand ces dernières provenaient des parties latérales du glacier; ce qui nous les faisait prendre souvent dans nos courses pour des îlots. Tous ces fragments, après avoir été entraînés au large par les courants, constituent à mon avis, par leur réunion, la plupart des champs de glace que nous avons vus dans les parages du Spitzberg.

Je crois aussi avoir reconnu que la base de l'immense glacier dont j'ai cherché à signaler les particularités les plus intéressantes, s'étend en pente douce à quelques brasses au-dessous de la surface de la mer qui le baigne, et qu'elle est environnée d'une moraine sous-marine; car les blocs roulés sont constamment entraînés jusque dans la mer, ainsi que les autres débris de roches, par suite de la disposition des montagnes entre lesquelles le glacier passe; c'est du moins ce que les sondes et la vue, aussi avant qu'elle pénétrait dans l'eau, peuvent faire présumer.

Au retour du Spitzberg, en traversant un champ de glace que nous ne pûmes éviter, je vis sur plusieurs points l'eau de la mer chassée à une grande hauteur par des trous circulaires qui existent dans la glace; ce phénomène était sans doute dû au refoulement des eaux causé par l'agitation de la mer dans le voisinage des

champs de glace (1). Je signale ce fait, parce que l'on crut longtemps a bord, et des marins en sont encore persuadés, que ces jets d'eau indiquaient la présence des baleines dans ces parages, ce qu'il importe de bien reconnaître, car on pourrait se figurer que la mer est libre sur ces points et s'y engager imprudemment. Je distinguai aussi des glaces noires comme celles du grand glacier des Aiguilles, au Spitzberg. (Voir pour plus de détails sur les glaciers et glaces du Spitzberg, la notice que j'ai lue à la Société de géologie, le 18 mai 1840) (2).

Chapitre III. — *Voyage au cap Nord et traversée en Laponie, depuis Kaafiord jusqu'à Tornéa.*

Nous allons suivre maintenant la route tracée par le Roi à la commission pour visiter la Laponie, route que S. M. a parcourue elle-même.

Le cap Nord, élevé de 1,000 pieds environ, d'après nos mesures barométriques, se termine par une falaise presque à pic, au pied de laquelle la mer se soulève avec une grande puissance, malgré le calme apparent de ses eaux, qui doivent être très profondes en cet endroit, à en juger par le grand nombre de brasses donné par la sonde.

Il est entièrement composé d'un gneiss leptinoïde, surmicacé, grenatifère, noirâtre et à grains ordinairement très fins. La teinte générale très prononcée qui en résulte augmente encore l'aspect imposant de cette grande muraille, que des veines de pegmatite gris blanchâtre ou rougeâtre, avec des cristaux disséminés de tourmaline et de quarz du blanc le plus éclatant, sillonnent obliquement et en zigzag, comme des traits de foudre dans toute sa hauteur.

L'île Magerœ, où se trouve situé ce cap, qui termine si noblement le champ de la géologie vers le N., est composée en grande partie de la même roche. Cependant, à l'entrée de la rade, formée par le cap Nord, avec la pointe Svarholt-Nes, j'ai visité un îlot sans nom, qui peut-être est encore plus septentrional que le cap lui-même et composé de gneiss rougeâtre, passant au gra-

(1) J'ai eu occasion de voir quelque chose d'analogue à la suite du dégel des lacs dans le Nord : la glace se troue comme un crible, et l'eau, refoulée par le vent qui agit à la surface des parties du lac entièrement dégelées, jaillit par ces petites ouvertures.

(2) *Bulletin de la Société géologique*, année 1840, page 298.

nite ou à la pegmatite rougeâtre, avec de grands cristaux de feldspath. La surface entière de cet îlot, élevé de 70 pieds environ au-dessus du niveau de la mer, usé évidemment par ses eaux, se recouvre aujourd'hui d'une espèce de gouano déposé par les nombreux oiseaux marins qui l'habitent.

A Kielvig, sur la côte orientale de l'île Magerœ, le gneiss, toujours leptinoïde et surmicacé, est plus granitoïde que celui du cap même.

A Ovnène (côte méridionale), il est remplacé par une pegmatite gris blanchâtre quelquefois rougeâtre.

A Finviken, toujours dans la même partie de l'île, le gneiss noirâtre à grain fin surmicacé passe à un autre gneiss rougeâtre à grain grossier.

Enfin, à Gjessvoer se présente encore un gneiss noirâtre, associé peut être à une protogine rougeâtre.

C'est donc avec une espèce de certitude qu'il m'est permis d'avancer maintenant que la sélagite ou siénite hypersténique ne se trouve pas sur les côtes de l'île Magerœ. Je n'ai pas même rencontré le moindre échantillon de cette roche à l'état roulé qui pût me faire soupçonner qu'elle jouât un grand rôle près du cap Nord, ainsi que l'a avancé M. de Buch.

Parmi les traces du séjour de la mer qu'offrent les côtes de Magerœ, indépendamment des bois flottés, qui y sont jetés en grand nombre (une pièce de ces bois était couverte d'anatifes : *lepas levis*), indépendamment d'un fruit flotté du *Mimosa scandens*, recueilli par M. Lottin, et d'un gros morceau de pumite noirâtre, je citerai un falun situé au-dessus du niveau actuel de la mer et composé presque entièrement de fragments de *Nullipora;* puis, dans une petite baie près du cap Nord, d'énormes galets en rapport par leur volume avec la puissante action de la mer qui sur ce point les a façonnés et qui sont maintenant à 50 pieds au moins au-dessus de son niveau actuel.

Les mêmes phénomènes géologiques se reproduisent d'une manière plus tranchée dans l'île de Rolfsœ, voisine de Magerœ. On remarque à Rolfsœ-Hamn, nom d'une petite baie que forme cette île, un leptinite micacé grisâtre passant à de l'harmophanite quarzifère et micacé gris blanchâtre recouvert d'un dépôt puissant de débris de coquilles, composé en grande partie de fragments de *Cyprina Islandica* et de *Nullipora*. Immédiatement au-dessus de ce falun, sans doute analogue à ceux de la Touraine et au crag de Suffolk, on peut compter très distinctement jusqu'au pied de la montagne voisine une série de sept ou huit rivages

anciens indiqués par des galets marins placés, en retraite les uns à l'égard des autres, et séparés par un sol tourbeux.

Il est à propos de faire remarquer, au sujet de ces délaissements de la mer, que les détroits appelés Have-Sund et Magerœ-Sund ne tarderont sans doute pas à s'obstruer ou à se combler entièrement. Déjà on voit parfaitement au fond de la mer, dans ces mêmes détroits, la continuation du falun précité, ainsi qu'une immense quantité d'Oursins qui en tapissent la surface où ils se tiennent souvent groupés, circonstance qui rappelle on ne peut mieux ces couches d'Ananchites caractéristiques de la craie blanche. Déjà cet encombrement s'est opéré dans la partie du Finmark appelée Kjorgosch Niarg, et où se trouve, suivant les géographes, la pointe Norkyn, partie la plus septentrionale du continent. Cependant, si on rendait à la navigation (chose paraissant assez facile) l'isthme Hope-Eidet qui unit au continent la presqu'île actuelle où se trouve la pointe Norkyn, et en faisant abstraction de toutes les îles dont je viens de faire mention, notamment de Magerœ, je crois qu'envisagée topographiquement, la véritable pointe, la plus septentrionale du continent, serait près de Have-Sund, par 70° 25′ de latitude, et 40° environ de longitude. Cette pointe, qui n'a pas de nom dans le pays, se termine, comme le cap Nord de l'île Magerœ, abruptement vers la mer par une montagne de 1,000 à 1,200 pieds de hauteur, également sans nom, et composée inférieurement de gneiss très micacé, à grains fins, et supérieurement de gneiss rougeâtre à gros grains.

Les mines de cuivre de Kaafiord et de Raipas ont été pour moi l'objet d'un examen scrupuleux, relativement à leur exploitation et au traitement du minerai. La première de ces mines, située par 70° environ de latitude, exploitée depuis une dizaine d'années avec le plus grand succès, suivant la méthode anglaise, se trouve en filons dans le diorite (*greenstone-porphyritic* des Anglais) passant inférieurement à l'amphibolite, avec pyrite de cuivre ou épidote disséminée (1). Elle est traversée par une bande de talcite

(1) Cette disposition en filons, bien reconnue, à l'égard d'un minerai métallique tel que celui du cuivre de Kaafiord, doit être une exception bien remarquable pour la Scandinavie, car suivant M. Brongniart, en Suède et en Norwège, les métaux ne se présentent jamais de cette manière; telles sont les mines de cuivre de Rœras, de Fahlun, toutes les deux en couches ou en lits puissants au milieu du gneiss; et celles de fer, d'Arendal, de Dannemora, de Gellivaraa, etc., dans les mêmes circonstances, à tel point que ces dernières se présentent quelquefois sous forme de montagnes, comme à Taberg.

et recouverte par de la dolomie qui devient souvent siliceuse, cette dernière roche étant recouverte elle-même par des Phyllades; enfin, tout ce système plonge sous des micacites qui constituent une montagne très élevée à l'O. de Kaafiord.

Cette mine, très riche, et qui m'a paru fort bien exploitée, m'a fourni environ une quarantaine d'espèces de roches et de minéraux, parmi lesquels je distinguerai la pyrite de cuivre (chalkopyrite), principal minerai; la double pyrite de cuivre et de fer (speikise), une espèce de malachite verdâtre qui se forme à l'affleurement des filons, ainsi que de l'oxide noir de cuivre et de fer; du fer spéculaire en amas dans le minerai de cuivre; du fer titané cristallisé; du fer carbonaté pseudomorphique; du spath calcaire; du quarz manganésifère; de la chaux fluatée cubique; enfin, de l'asbeste qu'on pourrait appeler lichéniforme, à cause de sa singulière ressemblance avec le *Lichen islandicus*, et flottant à la surface du quarz blanc sur lequel il est implanté dans les filons. On a aussi recueilli jadis, à la surface du sol, dans la même localité, m'a-t-on assuré, une pépite de cuivre natif à laquelle on devrait la découverte de cette riche mine de cuivre.

La mine de Raipas, située sur la droite du fleuve Alten, moins abondante que la précédente, mais dont le minerai est plus fusible, se présente, au contraire, en un vaste amas amygdaloïde au milieu d'un conglomérat pétrosiliceux anagénique, et pénètre aussi dans le phyllade (*clay-slate* des Anglais), cette dernière roche plongeant sous le diorite compacte, ou à grain très fin, et passant à la serpentine. La brèche repose elle-même sur un calcaire phylladifère blanchâtre à zones bleues violacées (*stratified limestone*), ce qui, sans doute, en ferait un marbre superbe si on voulait l'exploiter. Au pied de la montagne, les phyllades reparaissent et plongent sous le diorite.

Parmi les minéraux que j'ai recueillis dans cette localité intéressante, je citerai en première ligne le minerai appartenant presque entièrement à la belle variété panachée de pyrite de cuivre (philippsite); des carbonates de cuivre vert et bleu; de l'arséniate de cobalt radié dans les fissures de la roche et sur quarz laiteux, cette substance se présentant quelquefois en dendrites noirâtres; du calcaire manganésifère; du sulfate de baryte; de l'arséniate de cuivre, et du cuivre gris arsenifère ou tennantite.

Enfin, à Simœnes, autre localité susceptible d'être exploitée, on observe un filon de fer oxidulé granulaire dans le diorite avec philippsite.

Les côtes de l'Alten-Fiord où se trouvent les deux mines actuel-

lement en exploitation, et que je viens de parcourir, ne sont pas moins remarquables par les traces anciennes de la mer. Au fond des baies, on peut compter distinctement, non pas, comme à Rolfsö, des rivages indiqués exclusivement par des galets, mais bien autant de terrasses d'atterrissement disposées en gradins et formées évidemment par elle, ce qui semblerait indiquer qu'il y a eu des intermittences dans le phénomène d'abaissement des eaux. Quelle qu'en soit, au reste, l'explication, cette disposition est tout-à fait identique aux différentes couches par étages qui composent les berges d'atterrissement de certaines rivières, telles que celles de la Seine.

On peut aussi remarquer dans les mêmes localités que le diorite, après avoir été poli et comme passé à l'émeri, suivant la juste comparaison de M. Berzélius, par la mer qui le baigne encore, offre à marée basse deux espèces de rayures. Ces traces, attribuées, comme on sait, par M. Sestrœm au transport de blocs erratiques, me paraissent dues, au contraire, à une autre cause ainsi que je crois l'avoir déjà reconnu près de Stockholm, en présence du célèbre chimiste suédois lui-même, et sur divers points de la côte orientale de la Suède.

En attendant que je décrive tous ces faits, y compris ceux que j'ai fréquemment observés sur les côtes de la Norwège, je crois pouvoir avancer que les stries les plus prononcées et les plus communes à la surface des rochers polis, correspondent à leurs stratifications ou à leurs feuillets, surtout lorsque c'est du gneiss. Quant aux autres, elles seraient dues, suivant moi, comme dans ce cas-ci, au passage accidentel de cailloux plus ou moins aigus, chassés par la mer, par des torrents, ou contenus dans des terres qui ont glissé à la surface des rochers, ainsi que je l'ai remarqué à la cascade du Nid-Elv, près de Tronhiem.

Le rocher sur lequel les physiciens de la commission du Nord avaient établi leur observatoire à Bosskop, près de Kääfiord, offre un exemple frappant de l'usure causée par la mer. C'est un grès quarzeux tout-à-fait analogue à celui de la montagne du Roule, près de Cherbourg, sans la moindre trace de fer, et reposant immédiatement sur un phyllade quarzifère gris bleuâtre avec les contournements les plus bizarres, que le poli produit par la mer a fait encore ressortir.

Depuis Kääfiord jusqu'à Kotokeïno, dans l'intérieur de la Laponie, nous avons traversé un immense plateau légèrement ondulé, qui m'a paru appartenir entièrement à la formation gneissique; mais dans le voisinage de l'Alten, la contrée se couvre par-

tout d'un sable grossier, rougeâtre, formant de nombreuses collines entièrement tapissées de *Scyphophorus cocciferus* dont la couleur blanc jaunâtre imprime au pays l'aspect le plus monotone. On dirait qu'il y est tombé une abondante pluie de soufre.

La rivière de Kotokeïno, ainsi que la nomment les Lapons, n'est qu'une des branches de l'Alten : elle coule entre des berges élevées, composées d'un sable plus fin que celui dont je viens de parler, et offrant de nombreuses veines de fer oxidulé granulaire très magnétique que les eaux déposent encore. Je ne tardai pas à trouver en place dans la même contrée une harmophanite rougeâtre, renfermant le même fer, et d'où proviennent, sans doute, en grande partie les éléments du sol d'atterrissement que je viens de signaler.

A ces atterrissements, dus en grande partie à des déplacements de rivière, succèdent, à la ligne de partage des eaux qui se rendent, d'une part dans la mer du Nord, et d'une autre dans la Baltique, des collines de plus en plus rapprochées, composées de blocs qui atteignent quelquefois des dimensions considérables, et dont les angles sont généralement à peine émoussés. Ils m'ont paru presque tous appartenir à la même roche (gneiss rougeâtre granitoïde), et j'ai été porté à croire que ces blocs, après avoir été séparés les uns des autres par une cause analogue à celle qui disloque encore les rochers sur le bord de la mer, c'est-à-dire par l'effet de la dilatation de la neige glacée, ont été façonnés presque sur place.

Au reste, je ne sais si je me trompe, mais toute la contrée que j'ai traversée sur un espace de plus de 200 lieues, me paraît avoir été primitivement un fond de mer, lorsque les hautes montagnes de la Scandinavie ne formaient qu'une grande île ou un vaste archipel dont on retronve encore les traces dans les collines dont je viens de parler, ou dans les fiords qui pénètrent si avant dans les terres.

Le Muonio, jusqu'à sa jonction avec le Torneå-Elv, charrie, comme l'Alten, un sable magnétique très attirable au barreau aimanté. La terre végétale environnante agit aussi sur l'aiguille aimantée, ce qui doit faire apporter une grande attention dans les observations que l'on fait en Laponie sur le magnétisme terrestre.

Le fer que l'on forge à Kaengis sur la rive droite de Torneå-Elv provient de Junossvando, situé dans le district des fameuses mines de Gellivaraa; il est oxidulé en roche; le minerai contient 75 pour cent de fer.

Les principales cataractes de Muonio et du Torneå-Elv sont formées par l'obstacle qu'opposent au cours du fleuve différentes roches qui sont : un gneiss passant à la syénite stratiforme, pour celle d'Eyanpayka, au dessous du Muonioniska; une amphibolite pour celle de Matkokoski, et un diorite compacte basaltoïde pour la principale chute à Julhoer-Foss. Cette dernière roche par ses couches stratifiées perpendiculairement, fournit un bel exemple de cette disposition en escalier qui lui a valu de la part des Suédois le nom de Treppa (Trapp). La grande ténacité de ces roches, notamment de l'amphibolite et du diorite compacte, explique pourquoi ces rochers sont à peine entamés par le fleuve, depuis des siècles qu'ils supportent ses violents efforts, tandis que partout ailleurs, traversant des terrains d'atterrissement fluviatiles ou marins, le Muonio ou Torneå-Elv tend à se canaliser.

A Œfre-Torneå, sur la rive droite du fleuve, le rocher isolé sur lequel Maupertuis, m'a-t-on assuré, avait fait ses observations, est composé de gneiss rougeâtre passant à la syénite stratiforme avec sphène.

Les provinces de West-Bothnie, en Finlande, de Nord-Bothnie et West-Bothnie, en Suède, indiquent assez par l'étymologie de leur nom (botten, fond) qu'elles ont jadis servi de bassin à la mer; elles se couvrent aujourd'hui de riches moissons, et la mer continue à se porter vers le S. et à abandonner ces mêmes côtes.

CHAPITRE IV. *De Torneå à Stockholm, et résumé de toutes mes observations faites en Scandinavie, notamment sur les traces anciennes de la mer.*

Ayant été à même de visiter une très grande partie des côtes de la Norwège, de la Laponie et de la Suède, d'en faire, comme à l'égard de l'Islande, le tour pour ainsi dire, et de traverser ces contrées en différents sens, j'ai dû me former une opinion sur les traces du séjour de la mer, ainsi que sur les blocs roulés dits erratiques. Je me livrerai donc principalement dans ce chapitre à quelques réflexions sur ces sujets, les seuls susceptibles de diverses interprétations, les seuls qui restent peut-être encore à approfondir dans ces contrées classiques pour la géologie. En résumé j'ai pu me convaincre jusqu'à présent :

1° Que la plupart des côtes de la Scandinavie portent des traces évidentes du séjour de la mer à des hauteurs qu'il est généralement difficile d'apprécier sous le rapport des différences de niveau, si toutefois il existe réellement des différences, ainsi que l'ont avancé les géologues suédois.

2° Que d'après les terrasses et les rivages anciens qu'il m'a été facile de compter distinctement sur plusieurs points du littoral, le phénomène d'exhaussement du sol entier de la Scandinavie, ou plutôt du retrait de la mer, comme on voudra l'admettre, a peut-être subi des intermittences, à moins de ne voir dans ce caractère, et c'est mon opinion, qu'une disposition propre à tous les délaissements de mer, de lacs et de fleuves, qu'on appelle relais (1);

3° Qu'à une grande hauteur dans l'intérieur des terres, et notamment entre le point de partage des eaux de la mer du N. de celle de la Baltique, et les eaux du fleuve Alten de celles du Muonio, le plateau qui y règne porte des traces analogues à celles des côtes.

Je serais donc porté à admettre, d'après mes propres observations, et notamment d'après l'étude que j'ai faite des points élevés de Christiana et de Tronhiem, que les eaux ont atteint jadis une assez grande hauteur (600 pieds au moins) dans toute l'étendue de la Norwège. On pourrait sans doute porter le même jugement à l'égard de toute la Suède, si elle ne formait pas vers le S. un pays plat et composé d'atterrissement; car à Sœderhamn (côte occidentale du golfe de Bothnie) par 61°,20' de latitude, j'ai observé à 400 pieds environ au-dessus de la Baltique, et à la surface d'une petite montagne usée évidemment par la mer, un falun bleuâtre composé de débris de Mytilus. On y distingue très bien aussi des valves de *Tellina baltica* que j'ai retrouvées à l'état vivant avec deux espèces de Lymnée au milieu des *Potamogeton*, des *Chara* et des *Fucus vesiculosus* qui croissent pêle-mêle dans les eaux à peine salées des fiords du golfe de Bothnie (2).

Les exemples d'envahissement par la mer ou d'affaissement du sol, tel que le fond de la rade de Christiana, sur l'emplacement

---

(1) Les rives de la Seine, entre Melun et Corbeil, appartiennent à un calcaire siliceux qui offre de nombreuses cavernes creusées par le fleuve depuis une époque très reculée, et disposées par étages. Des blocs énormes, erratiques, appartenant au calcaire précité, gisent sur les flancs de ces anciennes rives; cette disposition rappelle assez bien celle des côtes de la Baltique.

(2) Je me propose de faire connaître prochainement à la Société de géologie un gisement de fossiles au milieu du calcaire marin de Passy, dans lequel je viens de trouver un mélange à peu près analogue: des ossements de Lophiodons, de Crocodiles, de Tortues, etc., avec le *Cerithium lapidum*, des Potamides et surtout des graines spathisées de *Chara* en très grande abondance.

même de l'ancienne ville, connue sous le nom d'Oploë, ont trop peu d'importance pour laisser croire un instant que ce phénomène soit le résultat d'un mouvement ondulatoire du sol ou d'une grande flexibilité de l'écorce du globe en cet endroit. Ce faible abaissement, ou ce retour de la mer, me paraît avoir eu lieu dans un sol d'atterrissement susceptible de déplacement ou de tassement, comme il arrive souvent dans les pays de montagne; car derrière ce point, et à peu de distance, on trouve des argiles coquillières à une assez grande hauteur au-dessus du niveau de la mer et adossées aux flancs polis de la montagne d'Egeberg.

Il est d'autant plus difficile de concilier toutes ces traces anciennes de la mer avec des soulèvements partiels ou généraux, que la Scandinavie, ce pays si vaste, puisqu'il traverse près de 15° en latitude, si accidenté par ses montagnes primitives, n'offre, à ma connaissance : 1° aucune source thermale, et que, en fait de minérales, il n'y en a que de ferrugineuses; chose facile à concevoir dans une contrée hérissée de montagnes composées presque entièrement de fer oxidulé, à tel point que le sable de presque tous les fleuves est magnétique, aussi bien que la terre végétale elle-même en beaucoup d'endroits; 2° aucune trace de volcan, si ce n'est quelques roches très anciennes d'origine éruptive, tels que de la siénite zirconienne, des porphyres, des mélaphyres, quelques diorites, etc. Enfin, j'ajouterai que les tremblements de terre ont été fort rares dans cette vaste contrée montagneuse, et que le gneiss, la plus ancienne cristallisation du globe et sa première pellicule, règne d'un bout à l'autre de la Scandinavie. Je n'ai pu avoir le bonheur, malgré toutes mes investigations, d'y rencontrer des montagnes purement granitiques ou sélagitiques, mais bien des roches simplement granitoïdes.

D'après tous les faits et les considérations que je viens de présenter relativement aux traces anciennes de la mer, je suis donc porté à conclure avec quelques historiens de la Suède, notamment avec Dalin, que la Scandinavie a été jadis une île vaste en forme de croissant séparée originairement de la Finlande; ou bien qu'elle a formé avec cette contrée, isolée jadis aussi de la Russie, là où existent aujourd'hui les grands lacs Onega et Ladoga, un grand archipel hérissé de hautes montagnes arides; puis toutes ces îles s'étant réunies entre elles par l'effet des atterrissements aussi bien que par suite de l'abandon de la mer, se sont enfin trouvées annexées au continent (1).

---

(1) Celsius, astronome suédois, émit le premier l'opinion d'un abais-

Passons maintenant aux observations concernant les grands atterrissements et les blocs erratiques : partout j'ai vu ces derniers, aussi bien sur les côtes que dans l'intérieur des terres, là où existent toutefois les traces anciennes de la mer, ainsi que celles des grands lacs aujourd'hui desséchés ou écoulés; je les ai vus, dis-je, tantôt reposer à nu sur le sommet même de rochers polis comme un marbre, tantôt comme tenus en suspension au milieu de l'argile ou d'un sable rougeâtre. Ces deux espèces de terrains constituent les principaux atterrissements de la Scandinavie, et leur culture forme la base de sa richesse agricole, ainsi que je l'ai déjà dit. Ces terrains sont identiques, depuis Lindesness, à l'extrémité méridionale de la Norwège, jusqu'au cap Nord. Ils comblent ordinairement, je le répète, le fond des fiords, et se présentent constamment l'un au-dessus de l'autre, l'argile inférieurement, par suite, sans doute, de l'action puissante des vents dans les contrées septentrionales. Vers l'intérieur des terres scandinaves, c'est le sable seulement qui, plus léger, en offrant plus de prise aux vents, tend à niveler les aspérités des rochers. L'un et l'autre sont aussi, comme on sait, le résultat de la trituration des roches par l'action de la mer, ou de la désagrégation et de la décomposition de leurs éléments par les agents atmosphériques

Les terrains tourbeux, dont je n'ai pas eu occasion de parler dans cet aperçu, occupent les contrées basses et qui ont toujours été à l'abri de l'action de la mer et des vents. Quant aux blocs erratiques particulièrement, j'ai reconnu qu'ils différaient rarement des rochers environnants, quoique se trouvant dans les circonstances les plus opposées, ainsi que j'en ai acquis la preuve sur la côte occidentale du golfe de Bothnie, où j'ai vu notamment des blocs de fer oxidulé granulaire avec jaspe roulés, voisins des roches qui renferment ce minerai exploité dans la même localité. Aussi, après une étude suivie et, j'ose le dire, consciencieuse de ce qui se passe actuellement sur le bord de la mer, j'ai pensé qu'on pouvait expliquer la présence de ces blocs par des causes toutes naturelles, analogues à celles qui existent encore. Ainsi sans parler ici de l'action des torrents et des cataractes, je rappel-

---

sement graduel du niveau de la mer, abaissement qui ne serait pas moins de 45 pouces par siècle depuis les temps les plus reculés. Il prétendait que la réunion de l'île de la Scandinavie au continent provenait de l'abaissement progressif des eaux, et cette réunion, suivant ce savant, aurait eu lieu à une époque postérieure à Pline, et antérieure au IXe siècle de notre ère.

lerai que la mer gèle souvent sur les côtes de la Scandinavie; or, comme les rochers qui la garnissent sont presque toujours fendillés par suite des transitions brusques de la température, ou de la dissolution déterminée par les eaux des substances calcaires et autres qui y forment des veines ou des filons, on conçoit facilement que l'eau qui y séjourne ou que la neige qui s'y accumule venant à augmenter de volume par la congélation, achèvent de les briser (1). De là des aliments annuels à la violence des flots, qui, suivant la ténacité de la roche, les convertissent en galets ou les laissent en gros blocs à peine émoussés sur les angles, mais assez cependant pour leur permettre de rouler sur les dépôts inférieurs de sable ou d'argile. De là encore, comme on voit, leur déplacement et leur isolement au milieu d'un sol si étranger et si ténu. Je ferai aussi remarquer, dans l'hypothèse où la mer aurait couvert jadis une grande partie de la Scandinavie, que son action a dû être plus puissante à cette époque où le Danemark, encore sous les eaux, ne paralysait pas les marées de l'Océan vers la Baltique, ou le grand golfe que cette mère des mers devait alors présenter.

Cependant, pour expliquer l'isolement au milieu des plaines immenses de ces grands blocs que les anciens Scandinaves attribuaient à des géants qui les auraient lancés avec la fronde sur leurs églises naissantes, afin de les anéantir, ne pourrait-on pas encore faire intervenir des glaces flottantes?

En effet, des glaces venant à se détacher des côtes accores où auraient eu lieu à leur surface des éboulements de terrain, ainsi que l'a observé le capitaine Parry sur la côte septentrionale de l'Amérique, et moi-même au Spitzberg, rien n'empêche que ces glaces n'aient servi de radeaux aux blocs provenant de ces éboulements, et ne les aient charriés à de grandes distances.

Le cours rapide du Muonio en Laponie offre tous les ans à l'époque de sa débâcle des exemples frappants de ce mode de trans-

---

(1) En retournant en France, pendant l'hiver de 1840, j'ai vu les rochers de la Suède se couvrir d'une croûte de glace provenant de l'eau qui s'échappait de leurs fissures. On conçoit alors que l'eau, une fois glacée dans ces fissures, devait agir, en se dilatant, comme des coins. J'ai observé tout le long de la route, entre Stockholm et Gothenberg, une foule de rochers disloqués comme si on les eût fait sauter par de la poudre, et qui m'ont paru ne l'avoir été que par le phénomène que je viens de signaler.

port. Plus tard, j'ai eu occasion de faire la même observation à l'embouchure de la Dwina dans la mer Blanche (1).

Quant aux rayures des rochers polis, rayures sur lesquelles M. Sestrœm a appelé l'attention des géologues, et qu'il a présentées comme un témoignage de la translation violente des blocs erratiques, je n'ai pu, quant à moi, voir dans ces rayures observées avec le plus grand soin, et sur une foule de points, que des faits qu'on s'est trop hâté, ce me semble, d'attribuer à une cause unique. Je pense donc, à leur égard, que, dans la plupart des cas, on a pris pour des rayures ce qui n'était que la dégradation inégale des feuillets du gneiss, dont la stratification considérée en grand va précisément, comme ces prétendues traces du passage de blocs erratiques, du N.-O. au S.-E.

Les véritables rayures, ainsi que je l'ai observé sur des roches très dures, tels que le diorite compacte, le porphyre, etc., m'ont toujours paru accidentelles ou sans direction constante. Je les crois dues à l'action du va-et-vient des galets de la mer sur une surface unie et arrondie, et dans quelques circonstances au simple glissement de terres végétales renfermant des pierres anguleuses et fortement comprimées toujours sur une surface unie. Comment concevoir, en effet, des blocs erratiques qui auraient suivi complaisamment tous les contours des rochers, en traçant des rayures parallèles entre elles? Comment admettre aussi que ces mêmes blocs, agissant comme des burins, aient franchi des crevasses et remonté des parois presque verticales? On se plaît à les faire tous voyager du N.-O. au S.-E., sans dévier de route, comme les Lemmings de la Laponie, sans en abandonner un seul à la base des rochers ou dans leurs anfractuosités, sans combler les fiords, ouverts comme des sacs pour recevoir les pierres venues du pôle, pour venir ensuite se réunir tranquillement en anses ou sous forme de collines allongées dans le S. de la Scandinavie, et cela après avoir été remués par une si grande puissance, tel que le diluvium auquel on attribue cet ordre de choses.

---

(1) Observations géologiques faites en Russie, etc.; *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XI, p. 310.

D'après M. Baer, les habitants de la côte méridionale de Finlande, sont habitués à voir des quartiers immenses de rochers emportés par la débâcle de la Baltique; ils leur donnent le nom de blocs voyageurs. Suivant le même observateur, on voit fréquemment dans les régions du Nord des blocs d'un assez fort volume sur les champs de glaces.

Ces ases, ainsi que je l'ai déjà exprimé au commencement de cet aperçu, ne sont, suivant moi, que le résultat des courants sous-marins, et c'est peut-être de cette manière que la Scanie, les îles du Danemark, et même toutes nos collines meubles, me paraissent avoir été formées. Le relief de nos terrains sédimentaires, et notamment de la craie, n'aurait-il pas été aussi déterminé par la même cause?

Séance du 22 *novembre* 1841.

PRÉSIDENCE DE M. A. PASSY.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

Hauser, négociant à Marseille, présenté par MM. Coquand et Alc. d'Orbigny.

Agard, concessionnaire de mines à Aix, présenté par MM. Coquand et Alc. d'Orbigny.

Malatier, docteur-médecin à Paris, présenté par MM. Ch. d'Orbigny et Michelin.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part du ministre de l'instruction publique : *Histoire d'Arménie, par le patriarche Jean VI, dit Jean Catholicos*, traduite de l'arménien en français, par M. J. Saint-Martin ; ouvrage posthume, publié sous les auspices du ministère de l'instruction publique. In-8°, 461 pag. Paris, 1841.

De la part de M. Alcide d'Orbigny, sa *Paléontologie française*, 32e livraison, 1841.

De la part de M. Henri Galeotti, son *Aperçu géognostique sur les environs de la Havane*. (Extrait du tome VIII, n° 6, des Bulletins de l'Académie royale de Bruxelles.) In-8°, 12 pages, 1 planche.

De la part de M. P. Claussen, ses *Notes géologiques sur la province de Minas Geraes*, au Brésil. (Extrait du t. VIII,

n° 5, des Bulletins de l'Académie royale de Bruxelles.) In-8°, 21 pages, 3 planches.

De la part de J. Michelotti :

1° Sa *Monografia del genere Murex.* (Monographie du genre *Murex*, avec l'énumération des principales espèces de ce genre qui se trouvent dans les terrains supercrétacés de l'Italie.) In-4°, 27 pages, 5 planches. Vicence, 1841.

2° Ses *Brevi cenni.* (Discours sur l'étude de la zoologie fossile.) In-8°, 12 pages. Turin, 1841.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, deuxième semestre, 1841, n°s 19 et 20.

Bulletin de l'Académie royale des sciences de Bruxelles, n°s 6, 7 et 8, pour 1841.

Mémoire de l'Académie impériale des sciences de St-Pétersbourg, 6e série, Sciences naturelles. In-4°, t. V, 5e et 6e liv., 426 pag., 16 pl.; t. VI, 1re et 2e liv., 150 pag., 2 pl; 3e et 4e livr., 390 pag., 16 pl.; 5e livr., 77 pag., 17 pl.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, par divers savants. In-4°, t. IV, 3e et 4e livr., 380 pages, 8 pl.

Recueil des actes de la séance publique de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, tenue le 29 décembre 1840. In-4°, 73 pag., 1 portrait.

Nouveaux Mémoires de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles, t. XIV. In-4°.

Mémoires couronnés par l'Académie royale de Bruxelles, t. XV, 1re partie. 1840-1841.

Bericht, etc. (Analyse des Mémoires lus à l'Académie royale de Berlin, du mois de juillet 1840 au mois de juin 1841.)

Abhandlungen, etc. (Mémoires de l'Académie royale des sciences de Berlin pour l'année 1839.) In-4°, 712 pages, 18 pl. Berlin, 1841.

L'Institut, n°s 411 et 412.

The Mining Journal, n°s 325 et 326.

Athenæum, n°s 733 et 734.

Le Secrétaire lit une note adressée par M. Warden, et dans laquelle sont indiquées toutes les veines d'anthracite reconnues depuis la montagne Pointue jusqu'à la montagne Large, dans le comté de Schuylkill, en Pensylvanie. Ces veines sont au nombre de 71. Leur éloignement les unes des autres varie de 37 à 1,074 pieds; leur épaisseur est ordinairement de 2 à 7 pieds, rarement elles atteignent 12 à 18, et une seule a 30 pieds de puissance totale. Le plongement de tout le système varie du S. au S.-O. sous des angles qui oscillent entre 11° et 75°. En 1840, 794,000 tonnes, provenant de ces exploitations, ont été exportées de la Pensylvanie.

Le Secrétaire lit les observations suivantes :

Réponse de M. Renoir aux objections faites à la théorie des glaces générales, et insérées dans le tome XII du Bulletin.

Je ferai remarquer d'abord à M. Angelot, relativement à ma première hypothèse, que l'état de refroidissement dans lequel la terre se présente n'est pas une preuve qu'elle n'ait pu voyager dans des régions plus froides; car cette course, qui n'aurait été faite que depuis que l'écorce de la terre est solide, et qui n'aurait duré qu'un temps probablement très court comparativement à celui qui s'est écoulé depuis le commencement du globe, n'aurait pu effacer aucun des grands traits du refroidissement originel; au contraire, elle n'aurait pu que les augmenter, puisque, si la terre avait pu être observée à cette époque, on aurait trouvé que la température serait allée constamment en augmentant de la première surface à l'intérieur. L'action actuelle du soleil, en rendant cette marche irrégulière, ne peut que masquer la progression du refroidissement. Ne pouvant atteindre à de très grandes profondeurs, l'hypothèse inverse de Poisson, d'une promenade de la terre dans des régions plus chaudes, satisferait également à l'état actuel de la surface du globe. Qu'est-ce que cela prouve? que l'état thermométrique actuel de cette surface pourrait provenir également d'origines différentes et même opposées. Il n'y a donc, en pareille occurrence, que des traits particuliers qui puissent faire reconnaître la véritable origine. Or, ces traits particuliers nous les trouvons dans les traces des anciens glaciers, qui nous apprennent que la surface de la terre sort d'une tempéra-

ture plus basse que la température moyenne dont elle jouit actuellement.

M. Angelot s'arrête un peu plus sur ma seconde hypothèse, quoiqu'il sache bien que je l'aie également abandonnée, mais parce que M. Leblanc, dit-il, paraît y tenir. Or, tout en paraissant ne réfuter que M. Leblanc, M. Angelot rapporte d'abord toutes mes expressions, puis celles qu'il attribue à M. Leblanc, sans rien dire qui puisse faire distinguer au lecteur ce qui est du premier, de ce qu'il dit être du second : « On cite ces deux faits, dit-il, *rap-* » *portés je ne sais trop où*, qu'en 535 la lumière du soleil fut di- » minuée pendant quatorze mois, et qu'en 626 la moitié de » son disque fut obscurcie durant tout l'été..... Et après avoir » cité ces faits, on ajoute que la température fut très froide alors. » Je dis qu'on l'ajoute, *car je crois que c'est une pure invention.* » Qui ne croirait que les deux parties de cette citation se rapportent à la même personne? et cependant je n'ai jamais, en citant ces faits, parlé de température; on peut le voir dans les Bulletins. M. Leblanc, de son côté, assure n'avoir jamais dit que la température fût très froide alors (même Bulletin, page 133). Il y a plus, M. Angelot paraît douter de la vérité de la citation ou des faits en disant : *Rapportés je ne sais trop où.* Eh bien! ces faits je les ai puisés précisément à la source à laquelle il paraît accorder une grande confiance, c'est dans l'*Uranographie* de Francœur, édition de 1821, page 65. Cependant je dois dire que j'ai lu avec beaucoup de plaisir les idées ingénieuses de M. Angelot sur la cause possible de la déflagration permanente de l'atmosphère solaire, qui expliquerait la nature de la lumière de cet astre, mais qui n'est pas nécessaire à son rayonnement, pas plus qu'à celui du calorique.

M. Angelot a fait tous ses efforts pour arriver par le calcul à un résultat contraire à l'hypothèse du mouvement de la terre dans un milieu résistant ou au système des grandes glaces. Il se base sur la profondeur où se trouve actuellement, pour chaque lieu, la couche de température invariable. Mais d'abord il n'y avait pas de semblables couches dans le temps où nous supposons que l'action du soleil était presque nulle. La température de la surface était déterminée par la quantité de calorique reçue de l'intérieur, et allait en croissant de cette première surface jusqu'au centre, ou au moins jusqu'à la partie parfaitement liquide. M. Angelot suppose que, pendant l'époque *glaciale*, la température zéro serait descendue dans la terre à des profondeurs proportionnelles à la racine carrée de la durée des temps, comme nous le voyons

aujourd'hui pour nos oscillations diurnes et annuelles, sans remarquer que celles-ci sont occasionnées par l'action de la chaleur venant de l'extérieur par intermittence sur une croûte d'une température donnée. Cette idée me paraît donc erronée. Il n'y avait pas alors d'action extérieure, tout était réglé par la chaleur interne, et à cette époque il n'eût pas fallu descendre seulement aussi bas qu'à présent pour arriver à une même température au-dessus de zéro. La quantité dont il aurait fallu s'enfoncer pour obtenir une élévation de température d'un degré aurait été de moins de 30 mètres. Les bases du calcul auquel M. Angelot s'est livré n'étant pas exactes selon moi, me paraissant même fausses, les résultats auxquels il est parvenu ne peuvent plus être la mesure du phénomène auquel ils se rapportent.

Il cite pour preuve que la température de la terre n'a pas varié de $\frac{1}{100}$ de degré depuis plus de deux mille ans, un calcul de Laplace qui montre que depuis cette époque le jour sidéral est resté de même longueur, à moins de $\frac{1}{100}$ de seconde. A cela je réponds que dans l'espace de deux à trois mille ans le refroidissement de la masse de la terre a dû être assez grand pour diminuer son diamètre d'une très petite quantité, mais capable cependant de rendre appréciable la diminution du jour sidéral, si ce refroidissement eût agi seul; mais que, d'une part, la dilatation de l'écorce du globe provenant de son réchauffement, et d'une autre part surtout la résistance du milieu dans lequel la terre se meut, qui tend à diminuer la vitesse de rotation aussi bien que celle de translation, ont compensé sensiblement l'accélération provenant du refroidissement, de manière à rendre cette accélération inappréciable à nos moyens d'observations; et comme ces compensations se sont opérées entre de très étroites limites, elles n'ont pas, ou du moins pas encore, été suivies de catastrophes. Quant aux belles recherches de M. Arago, tendant à prouver par la constance des latitudes auxquelles croissent les mêmes plantes, que la température de la surface de la terre n'a pas varié sensiblement depuis ce laps de deux à trois mille ans, on conviendra qu'elles ne sont pas de nature à faire apprécier des centièmes de degrés. Ainsi, en admettant la chaleur centrale du globe, l'égalité du jour sidéral, loin d'être opposée à la possibilité d'une variation dans le système planétaire, me paraît au contraire être à l'appui de la probabilité d'un réchauffement, très lent il est vrai, de la surface du globe, et surtout de l'existence d'un milieu résistant dans lequel se meuvent les corps de notre système.

On voit donc que toutes les questions de temps ne peuvent être

des objections sérieuses contre le système des glaces générales ou des grands glaciers. Quant aux objections d'un autre ordre que M. Angelot a mises dans son mémoire, il faudrait écrire des volumes pour y répondre, et malgré toute l'importance que j'attache à ses opinions, je ne le ferai pas, je n'en ai pas le temps, et surtout j'ai trop de répugnance pour la controverse. Cependant, pour indiquer seulement ce que je pourrais répondre, je dirai 1° que le fluide lumineux n'est pas le seul que je croie occuper les espaces planétaires, comme paraît le penser M. Angelot, mais qu'au contraire plusieurs autres fluides qui n'ont pas obéi à la gravitation au même degré que les autres, composent ce fluide universel, comme je l'ai exposé encore dans ma dernière notice en réponse à MM. Leymerie et de Roys;

2° Qu'il aurait pu y avoir des éruptions volcaniques pendant la période *glaciale*, sans que pourtant on puisse voir sur les roches qu'elles auraient vomies des surfaces polies et striées, ni leurs débris parmi les blocs erratiques, parce qu'elles auraient fondu promptement, non seulement toutes les glaces situées sur le lieu de la scène, mais encore celles qui étaient autour jusqu'à une grande distance.

3° Il ne pourrait y avoir sur le terrain diluvien aucun dépôt plus moderne ayant quelque puissance; car, depuis cette époque, aucun bouleversement, aucune mer survenue n'aurait pu les former.

4° Est-il bien vrai que la grosseur des blocs erratiques va en diminuant à mesure qu'ils sont plus éloignés du sommet de la montagne d'où ils proviennent? Ne pourrait-on pas, contre cette opinion, citer, entre autres, le célèbre bloc *la Pierre-à-Bot*, situé à une grande hauteur sur le versant méridional de la chaîne du Jura, au-delà de la grande vallée suisse, qu'il a dû franchir tout entière, en se tenant à une hauteur non moindre, et qui cependant est un des grands blocs que l'on puisse rencontrer dans les montagnes? Mais c'est surtout leur mode de gisement et mille circonstances sur lesquelles je ne puis revenir ici, qui prouvent qu'ils n'ont pu être transportés par des courants. Quant aux petits blocs que l'on rencontre dans les plaines basses, et qui devraient plutôt être classés dans les cailloux roulés, ils ont en effet été charriés par de grands courants, mais par ceux qui sont provenus de la fusion des glaces, après avoir été, comme les autres, portés sur le dos des glaciers jusqu'aux limites de ceux-ci; mais jamais les eaux n'ont remué ou n'ont même atteint les masses qui gisent à de grandes hauteurs sur les flancs des vallées.

Je répéterai encore une fois, et je prierai les personnes que ce phénomène intéresse d'arrêter leur attention sur ce qu'a écrit M. Agassiz à ce sujet, que tous les dépôts diluviens paraissant avoir été formés par des eaux douces, puisqu'ils ne conservent pas de traces marines, excluent toute idée de passage d'une mer ou de déversement de bassin marin.

5° Souvent des objections n'ont été faites contre les anciens glaciers que parce que les géologues qui les ont produites n'étaient pas assez familiarisés avec la matière en question. M. Angelot, par exemple, croit que les surfaces polies par les glaces doivent être planes dans le sens de leur longueur. Mais en observant nos glaciers actuels, il verra que les surfaces qu'ils polissent sont mamelonées, et souvent d'une manière saillante et particulière qui est un des caractères à l'aide desquels on les distingue de toutes les autres.

6° Loin de regarder les glaciers actuels comme les restes des anciens, M. Angelot croit que leurs masses s'augmentent; ce qui prouverait qu'il n'est pas allé parcourir, sous ce point de vue, dans les Alpes, les glaciers les plus connus : il y aurait vu de la manière la plus évidente, par l'état de la surface des roches qui les encaissent en grande partie, état qui se conserve souvent à une grande hauteur au-dessus d'eux, et à laquelle ils n'atteindront certainement plus, que leur puissance a été jadis incomparablement plus grande qu'elle n'est aujourd'hui.

7° La terre, comme tout le monde le sait, n'est pas exactement sphérique; elle est assez renflée à l'équateur pour que la pesanteur y soit sensiblement diminuée. Le refroidissement de sa surface a donc dû, à plus forte raison, être constamment plus avancé sous la zone torride que sous les autres. Je dis à plus forte raison; car, d'après les lois connues de la pesanteur, l'état physique ou chimique du globe n'a aucune influence sur elle, tandis que l'état de la surface en a une très grande sur la propagation du calorique. Or, la cristallisation ou solidification a dû commencer aux points les plus éloignés du centre, c'est-à-dire à l'équateur; la croûte a donc dû être toujours plus épaisse là qu'aux pôles, ce qui la rendait d'autant plus mauvais conducteur du calorique; de sorte qu'une petite différence dans l'épaisseur a dû en faire naître une bien plus grande dans la température extérieure, surtout parce que cette différence d'épaisseur règne sur une grande étendue. La différence de température, abstraction faite de toute autre cause, a donc pu, à de certaines époques, et surtout aux époques relativement modernes, être grande entre l'équateur et

les pôles; et cette température allait en croissant du premier aux seconds, ce qui donnait une sorte de climat, mais dans un ordre inverse des climats solaires.

Donc, en admettant même qu'à ces époques le soleil aurait eu sur la surface de la terre une action égale à celle qu'il a maintenant, je veux dire une même chaleur absolue, il serait difficile de concevoir sur cette surface des climats *solaires* un peu marqués, si ce n'est, peut-être, à la fin de la période tertiaire; car avant, la chaleur du soleil, compensant tout au plus le premier genre de climats, tendait seulement à rendre la température uniforme sur toute la surface.

Quant au fait de la disposition des terrains déposés postérieurement à la formation carbonifère, disposition qui paraîtrait les rapprocher de plus en plus de l'équateur, il n'est que le résultat d'une première observation, qui, sans douter de la grande sagacité des savants qui l'ont faite, demanderait peut-être à être confirmée, car les bassins des mers successives qui les ont déposés paraissent avoir été les résultats des catastrophes qui ont bouleversé la surface de la terre à ces différentes époques; et quel que soit le système que l'on adopte, celui des soulèvements ou celui des enfoncements, on ne voit pas comment ils auraient pu être coordonnés à l'équateur, à moins d'admettre, d'après ce que nous venons de dire, que le refroidissement intérieur étant plus avancé entre les tropiques et les zones adjacentes, la partie correspondante de la surface a dû être le théâtre d'un plus grand nombre de révolutions, et doit conséquemment présenter des terrains plus modernes, mais par des causes entièrement étrangères à l'action du soleil, et qui les auront probablement produits lorsque la température de la surface à l'équateur, et aux parties plus ou moins voisines, étaient encore plus basses qu'aux pôles, c'est-à-dire avant l'existence des climats solaires.

8° Je n'ai jamais pensé que la terre, à une époque quelconque, eût été abandonnée à la seule température des espaces planétaires. Lorsque j'ai dit que, par suite de la marche du refroidissement, il était arrivé un instant où la surface de la terre n'avait plus reçu de chaleur de son intérieur, j'ai voulu dire que la température de cette surface était descendue au-dessous de zéro, mais seulement d'une quantité suffisante à la congélation de l'eau dans les plaines, puisque j'ai dit qu'alors les neiges et les glaces avaient commencé à se former. Or, théoriquement parlant, il suffit pour cette congélation que la température soit d'une petite quantité au-dessous de zéro; et si, à cette époque, il n'y avait pas de cli-

mats solaires, cette petite quantité a suffi pour couvrir de neiges toute la surface de la terre. Les surfaces des pôles n'étaient pas alors plongées dans la basse température où nous les voyons maintenant descendre chaque hiver; la chaleur constante, sans variations, qu'elles recevaient encore alors de la masse fluide, rendait cet abaissement impossible. Elles se réchauffaient sans cesse à la source de chaleur qui jadis les avait tenues en incandescence. Selon moi, la plus grande partie de l'abaissement au-dessous de zéro de cette température actuelle, ainsi que de celui de la température de nos zones tempérées en hiver, est un effet de la continuation du refroidissement de la masse de la terre postérieurement à l'époque du commencement de la congélation, effet constamment combattu, depuis lors, par l'action incessamment croissante du soleil, la seule à laquelle nous devons toute la chaleur dont nous jouissons actuellement, à divers degrés, sur la surface de la terre.

Mais enfin, si l'on trouve encore équivoques les traces des actions de la fusion des glaces sur les grandes plaines éloignées des montagnes, où l'on ne rencontre plus ni surfaces polies et striées, ni moraines, ni gros blocs erratiques, et que pour cela on veuille nier que ces plaines aient jamais été couvertes de neiges ou de glaces permanentes, il restera toujours un fait patent pour un grand nombre de géologues, et dont bientôt, grâce aux travaux de M. Agassiz, personne ne pourra plus douter; c'est qu'à une époque qui paraît avoir suivi immédiatement l'époque tertiaire, des glaciers incomparablement plus grands et plus puissants que ceux de nos jours ont recouvert toutes les chaînes de montagnes de l'Europe au moins, puisqu'on en a trouvé des traces certaines au pied et dans les vallées de toutes celles qui ont été visitées sous ce point de vue. Or en admettant même qu'à l'époque de la formation de ces glaces il existait déjà des climats bien sensibles, il n'a pas fallu que la température s'abaissât de beaucoup pour produire ce phénomène, il a même suffi qu'elle s'abaissât de très peu; car encore aujourd'hui, à Oméo, à 63°,50′ de latitude, la température moyenne de l'année n'est que de 0°,70′, et celle du moi d'avril de 1°,1; à Pétersbourg, presque au niveau de la mer, à la latitude de 59°,56′, cette température moyenne de l'année n'est que de 3°,8, et celle d'avril de 2°,8. Il ne faudrait donc qu'un très petit refroidissement pour que toute cette partie de la terre, depuis à peu près le parallèle de Pétersbourg jusqu'au pôle, fût replongée dans les glaces permanentes. De plus, M. Leblanc vous a montré qu'il suffisait d'un abaissement de 7° pour que les

glaces recouvrissent de nouveau les Vosges, redescendissent jusqu'à Giromagny, à 47°,40′ de latitude, et s'étendissent du pôle jusque au-delà de la ligne isotherme qui passe par Berlin, au nord de la mer Caspienne, en Chine, au 42° de latitude. Si donc, en attendant qu'on ait mieux étudié ce grand phénomène, ou qu'on se soit un peu plus familiarisé avec ce qu'il a de surprenant, d'extraordinaire en apparence, on veut prendre pour limite des anciens glaciers cette ligne, qui devra être prolongée par le pied des Alpes et des Pyrénées, on aura presque la surface entière de l'Europe, et sans doute les autres parties de notre hémisphère comprises sous les mêmes latitudes, couvertes de glaces, et pourtant sous une température peu différente de celle dont nous jouissons aujourd'hui. Il n'aura donc pas fallu, comme on a voulu le dire, des myriades de siècles pour passer de cet état à celui où nous sommes.

Les choses ont dû avoir lieu à peu près de la même manière sur l'autre hémisphère, et même à plus forte raison, puisqu'on veut attribuer une influence aux climats. On arrive donc ainsi à avoir la majeure partie de la terre couverte de glaces. Mais la Méditerranée et une grande partie des Océans seraient restées liquides, ce qui expliquerait l'analogie si marquée qui a été reconnue entre les coquilles fossiles de la dernière époque et celles qui vivent aujourd'hui; car ce n'est guère qu'entre cette classe de fossiles, et surtout leurs analogues dans la Méditerranée, que cette analogie paraît avoir été bien constatée.

Or, quelles que soient les limites assignées aux grandes glaces, la cause du phénomène reste toujours la même : *un refroidissement de la surface de la terre suivi d'un réchauffement.* Et dans ma conviction, pour toutes les raisons que j'ai données, et jusqu'à preuve suffisante du contraire, je verrai toujours cette cause dans *un rapprochement lent de la terre du soleil, causé par la faible résistance d'un milieu très subtil.*

9° On s'est étonné de ce que j'ai avancé que si les glaciers actuels n'existaient plus, il ne s'en reformerait pas de nouveaux. J'avoue que, préoccupé des glaciers des Alpes, ma pensée se portait exclusivement sur eux. Ce que j'ai dit doit donc se rapporter seulement aux Alpes et aux Pyrénées, ou, si l'on veut, aux glaciers des zones tempérées, assis sur des montagnes dont les vallées conservent une température assez élevée pendant une grande partie de l'année. En effet, je doute encore qu'au contact même du sol, sur une montagne parfaitement affranchie de toute glace, et suffisamment éloignée de toute cause de refroidissement, telle

que les évaporations abondantes des glaciers, il soit bien constaté que la température reste constamment au-dessous de zéro, quand celle de la vallée sous-jacente, ou de la plaine voisine, est longtemps à plusieurs degrés au-dessus; car je crois que le concours de ces circonstances est assez rare, les hautes montagnes étant presque toujours elles-mêmes couvertes de glaces ou très voisines des glaciers. On a cité le Mont-Blanc; mais bien qu'il soit la plus haute montagne de l'Europe, et par conséquent la dernière sur laquelle il restera des glaces, je crois qu'il n'est pas propre à vérifier le fait, attendu qu'il est lui-même un grand glacier. On sait qu'à nos latitudes, en s'élevant verticalement dans l'air libre, la température baisse d'un degré centésimal pour 160 à 170 mètres. M. Gay-Lussac, s'étant élevé à la hauteur de 6,979 mètres, vit descendre son thermomètre à — 9°,50, au même moment qu'au niveau de Paris la température était de +30°,8; mais c'était dans l'air libre, en aérostat, et d'ailleurs à une hauteur moitié en sus de celle du Mont-Blanc, que ce grand refroidissement fut observé; et on sait qu'il a pour cause le peu de densité de l'air et sa parfaite transparence qui font qu'il ne s'échauffe que très peu par le passage des rayons solaires. De plus, les couches supérieures, étant plus légères, s'échauffent encore moins que les inférieures qui, reposant sur le sol, reçoivent de lui une grande partie de la chaleur solaire qu'il a absorbé; qu'enfin la grande pureté de l'air des hautes régions, en favorisant le rayonnement vers l'espace, contribue encore à son refroidissement. Le sol des montagnes, au contraire, communique immédiatement avec le reste de la masse de la terre; leurs hauteurs sont très petites, non seulement comparativement au rayon du globe, mais aussi relativement à l'épaisseur probable de l'écorce solide; de plus, elles ne touchent pas le sol général par quelques points seulement, mais par des bases très grandes relativement à la hauteur; enfin, elles ne forment que de très faibles protubérances sur la surface, si faibles qu'il est très difficile de s'en représenter la petitesse relative. Il est donc impossible que ces petits corps, généralement très aplatis, et que notre extrême petitesse seule nous fait distinguer de la grande masse qui les porte, ne participent pas beaucoup à la température de cette masse. Ils reçoivent nécessairement une partie de sa chaleur que les éminences d'une même chaîne rayonnent ensuite les unes sur les autres, lorsqu'elle ne leur est pas enlevée par les neiges. On a parlé de la ligne des neiges perpétuelles, mais elle est un résultat de la préexistence des glaces. Si celles ci n'étaient pas, cette ligne se relèverait de beaucoup. Je crois donc,

pour ces raisons, à une différence notable de température entre une haute montagne non neigeuse, s'il y en a, et l'air libre dans l'espace atmosphérique à la même hauteur. Mais comme en pareille matière l'expérience doit passer avant toute théorie, lorsqu'il sera venu à ma connaissance qu'il a été bien constaté que si les glaciers actuels n'existaient plus, d'autres se reformeraient à leur place, je ferai sans regret le sacrifice de mon opinion sur ce point, qui n'a pas grande importance dans la question qui nous occupe, puisque cela conduirait seulement à conclure que la quantité dont la température de la surface de la terre s'est relevée n'est pas encore suffisante pour porter la ligne de congélation permanente plus haut que nos grandes montagnes; mais je n'en conserverai pas moins la conviction que les rameaux que jettent nos glaciers vont constamment en diminuant.

N'ayant eu connaissance que depuis quelques jours seulement des objections qui viennent d'être faites contre le système des glaces générales, la trop grande proximité du jour fixé pour la réunion ne m'a pas donné le temps d'examiner la valeur des objections faites par M. Fauverge; je m'en occuperai à mon retour, et j'ajouterai à ma note quelques idées en faveur du système de M. Constant Prevost qui explique les grandes révolutions du globe par des enfoncements de son écorce, idées que, depuis plus de deux ans déjà, j'ai développées dans le manuscrit que je me propose de publier.

Après cette lecture, M. Fauverge fait remarquer que la même cause qui aurait rapproché la terre du soleil, aurait aussi rapproché la lune de la terre; or, rien ne prouve que cette dernière circonstance ait eu lieu.

M. Angelot ajoute ce qui suit :

Je ne ferai qu'une courte réponse aux observations précédentes de M. Renoir; c'est avec un sentiment véritablement pénible que j'ai vu notre confrère vouloir trouver dans mon Mémoire des personnalités blessantes qui étaient bien loin de mes intentions. Je n'ai pas l'avantage de connaître personnellement M. Renoir, mais je sais la parfaite bonne foi avec laquelle il soutient son système, et je n'ai jamais pensé à la mettre en doute.

Cependant il me fait, lui, le reproche d'avoir, avec peu de loyauté, confondu, pour les réfuter plus commodément, les idées émises par lui et par M. Leblanc relatives à l'influence des taches so-

laires sur la température de notre globe. Je n'ai qu'une réponse fort simple à y faire. Je combats les opinions et non pas les personnes. M. Leblanc m'avait dit d'ailleurs que c'était lui qui avait *suggéré* à M. Renoir cette idée. Je l'ai donc attaquée comme étant encore celle de M. Leblanc, quoique abandonnée et même *combattue* par M. Renoir, ainsi que le dit formellement mon Mémoire. M. Leblanc était présent à cette lecture, et n'a rien vu de personnel pour lui-même dans mon attaque contre une opinion qui n'était plus soutenue que par lui seul, et par les mêmes raisons qu'avait précédemment développées M. Renoir.

Si j'ai dit, en parlant de l'apparition de grandes taches solaires en 535 et 626 ou 628 : « *Ces deux faits rapportés je ne sais trop où*, » c'est qu'en effet je ne le savais pas, et ne le sais même pas davantage depuis la réponse de M. Renoir. Il me renvoie un peu ironiquement, il m'a semblé, à l'*Uranographie* de Francœur. Or, cet ouvrage, du moins l'édition de 1837, parle bien de l'apparition de taches solaires dans ces années, mais en disant simplement *on rapporte*, sans citer les autorités contemporaines ou autres auxquelles ces faits ont été empruntés. Ou ma mémoire est bien infidèle, ou M. Leblanc avait admis le fait d'un refroidissement passager lors de l'apparition de ces taches, pour en déduire la probabilité d'un plus grand abaissement de température dans le cas d'une plus longue persistance des taches solaires. Je n'ai pas dit, d'ailleurs, comme le prétend M. Renoir, en soulignant le mot, que je croyais que c'était *une pure invention*, mais *une pure supposition*, mot que je me suis gardé de souligner, et que l'on m'accordera bien, j'espère, n'avoir pas la même portée intentionnelle.

Je n'ai pas cherché à renverser l'hypothèse du mouvement de la terre dans un milieu résistant. Mais j'ai cherché à prouver que, cette hypothèse fut-elle admise, en raisonnant même dans celle ou ce milieu résistant serait le plus subtil possible, par exemple, la lumière émise dans le système de l'émission, il faudrait pour produire le résultat que lui attribue M. Renoir des périodes tellement longues qu'elles dépassent énormément la durée probable de l'époque quaternaire ou actuelle.

M. Renoir me fait dire que *les surfaces polies par les glaces doivent être planes dans le sens de leur longueur*. Je n'ai rien dit de semblable dans mon Mémoire, ni ailleurs, et je reconnais même que ce serait une hérésie scientifique. Mais, j'ai dit, en parlant de surfaces striées que j'avais découvertes dans la vallée de Vénasque ou de l'Essera (tom. XII du *Bulletin de la Société*, p. 33), qu'on ne pouvait les attribuer à un glissement.

J'entendais par-là un glissement de couches comme ceux dont parle M. Al. Brongniart dans la même page trois lignes plus loin. Je répondais alors à l'idée émise par ce savant pendant ma communication, idée que l'ordre du bulletin n'a fait venir qu'après. Mon but dans cette communication avait été de n'émettre aucune opinion sur l'hypothèse des déluges et celle des glaciers; mais de circonscrire le champ entre elles seules. Je me garderai bien, au reste, pour mon compte, d'accuser la loyauté de M. Renoir du prêt gratuit qu'il m'a fait d'une idée fausse, je ne m'en prendrai qu'à sa préoccupation exclusive du système au développement duquel il s'est voué.

Je ne dédaigne nullement de lire ses Mémoires; je le fais au contraire avec beaucoup d'attention, et même avec intérêt, quoiqu'ils contiennent quelquefois des idées qui me semblent erronées. Je mets au nombre de ces dernières celle qu'il vient d'émettre touchant les glaces universelles, qui n'auraient pu, selon lui, laisser de traces de leur existence dans l'état de la température de l'écorce du globe, parce que la terre aurait été uniquement alors soumise à sa chaleur propre. Je n'essaierai pas de prouver qu'il s'est trompé, ne voulant pas éterniser la discussion. Je ne puis que renvoyer à mon Mémoire et à un examen plus approfondi de la théorie de la chaleur du globe terrestre. Mais je ferai remarquer que M. Renoir semble oublier maintenant que lui-même, dans un de ses précédents Mémoires, a admis qu'il y avait bien alors *quelques traces de climats;* ce qui implique l'existence de la chaleur solaire à un degré quelconque. Cette idée même, qu'il rejette au commencement du Mémoire actuel, il me semble qu'il vient d'y revenir à la fin. Peut-être aussi devrait-il me lire avec un peu plus d'attention pour me répondre, et même relire un peu ses propres mémoires.

La priorité d'invention du système des glaces universelles a été, je crois, réclamée depuis par M. Agassiz dans une lettre expresse. J'ai accumulé contre ce système, il est vrai, un grand nombre d'arguments, mais je n'ai pas attribué à tous une égale valeur. Des uns résulte le peu de probabilité des causes auxquelles on croit pouvoir attribuer ces phénomènes, et des autres leur impossibilité selon moi. Mais je reconnais et j'ai reconnu dans mon Mémoire qu'ils ne militent pas avec la même force contre le système restreint à des glaciers plus étendus que ceux d'aujourd'hui. Il paraît du reste que M. Renoir leur a bien trouvé aussi quelque force contre l'idée qui l'avait entraîné à considérer le globe terrestre comme ayant été à une certaine époque recouvert entiè-

rement d'une enveloppe de glace, puisqu'il vient de concéder que les Océans et la Méditerranée en particulier n'ont pas été envahis par les glaces, c'est-à-dire que les glaces n'ont pas été universelles, générales, comme il l'avait avancé.

Je n'ai pas l'intention de continuer indéfiniment la discussion. J'ai regretté beaucoup de n'avoir pas connu le passage à Paris de M. Renoir; j'en aurais profité pour faire sa connaissance et discuter avec lui ce sujet tout à notre aise, sans en occuper aussi long-temps la Société géologique, ou du moins sans l'occuper de personnalités.

Je saisis l'occasion qui m'est offerte pour rectifier une légère inexactitude qui s'est glissée dans le procès-verbal d'une séance déjà ancienne (celle du 25 janvier 1841, tome XII, page 142). J'ai demandé à M. Leblanc, qui avait étudié ce sujet d'une manière spéciale, s'il ne pouvait pas se faire que l'eau contenue dans les fissures des glaciers fût, par suite de la pression qu'exerce son augmentation de volume quand elle se congèle, repoussée à l'état de glace hors de ces mêmes fissures. L'idée a été, dans le bulletin, présentée sous une forme affirmative au lieu de la forme interrogative que je lui avais donnée. J'attache quelque importance à cette rectification, car je n'avais pas d'idées nettement arrêtées à cet égard.

M. d'Omalius d'Halloy adresse la note ci-après :

Note sur les dernières révolutions géologiques qui ont agi sur le sol de la Belgique, par J.-J. d'Omalius-d'Halloy.

J'ai entretenu dernièrement la Société (1) de la grande révolution qui a plissé les terrains anciens qui forment une portion remarquable du sol de la Belgique; si, maintenant pour juger des révolutions qui ont eu lieu dans ce pays depuis cette époque reculée, nous cherchons à reconnaître quelles sont les autres dislocations dont ce sol présente encore les traces, nous remarquerons, en premier lieu, que les principaux cours d'eau ou fraction de cours d'eau qui traversent la Flandre, le Brabant et la Hesbaye, notamment la Lys, l'Escaut, la Deudre, la Senne, la Dyle et la Gette, présentent généralement une même direction. Or, quand on fait attention à la facilité avec laquelle le moindre obstacle fait dévier le cours d'une eau qui se fraie un lit, on sen-

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XII, p. 242.

tira qu'il est bien difficile qu'une semblable uniformité soit le résultat de simples érosions, et si l'on ajoute que la direction de ces cours d'eau est aussi à peu près parallèle à celle de la côte de Flandre, on est porté à supposer que ces lignes sont l'effet d'une dislocation analogue à ces failles par lesquelles M. Dumont a si ingénieusement expliqué la formation des vallées de la Hesbaye (1), et que cette dislocation est celle qui a soulevé au-dessus de la mer une grande partie du sol de ces contrées.

Quant à l'époque où cette révolution a eu lieu, on reconnaîtra aisément qu'elle est postérieure à la formation des collines qui s'étendent de Cassel au-delà de Diest, puisque ces collines ont été formées sous l'eau; et comme il y a lieu de croire, ainsi que l'a établi M. d'Archiac (2), que les grès ferrugineux et les sables qui couronnent ces collines appartiennent à l'étage tertiaire inférieur, nous obtenons de cette manière une limite d'ancienneté que n'a point dépassée la dislocation qui nous occupe. D'un autre côté, on voit que tous les cours d'eau mentionnés ci-dessus changent brusquement de direction lorsqu'ils atteignent les lieux où le sable de Campine prend une certaine importance, comme si ce dépôt avait obstrué les canaux par où s'écoulent ces eaux; d'où l'on est porté à conclure que ces sables ont été déposés postérieurement à la dislocation qui a, en quelque manière, tracé ces canaux, ou plutôt que leur formation est le résultat de ce phénomène; car il n'est pas probable qu'une semblable agitation ait pu se passer sans avoir été suivie par la formation d'un dépôt, et rien n'annonce qu'il soit survenu aucun événement remarquable dans le pays entre la formation du grès ferrugineux de Diest et celle du sable de Campine. Or, comme il y a lieu de croire, avec M. Dumont (3), que ce sable est contemporain du crag, c'est-à-dire de l'époque du terrain tertiaire supérieur, c'est aussi à cette époque qu'il me semble, d'après les considérations qui précèdent, que l'on doit rapporter la dislocation qui a produit les vallées où coulent les cours d'eau mentionnés ci-dessus, et qui a émergé une grande partie des contrées qu'ils traversent. Si, d'un autre côté, nous cherchons à déterminer cette époque d'après les règles que M. Élie de Beaumont a déduites de la direction des lignes, nous verrons que les cours d'eau ou fractions de cours d'eau dont il s'agit ont une direction du S.-S.-O au N.-N-E., c'est-à-dire sem-

(1) *Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, t. IV, p. 473.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. X, p. 200.

(3) *Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, t. VI, 2e partie, p. 482.

blable à celle des Alpes occidentales ou 11e soulèvement de M. Élie de Beaumont, ce qui correspond à la même époque et présente une concordance bien remarquable, quand on fait attention que l'on arrive à ce résultat par deux voies tout-à-fait différentes.

La Belgique présente encore une autre fracture, plus fortement marquée que celle dont je viens de parler, et qui se prolonge sur une seule ligne pendant une grande longueur, c'est celle où coule la Sambre et la Meuse, depuis Maubeuge jusqu'à Liège; mais il est fort difficile d'arrêter une opinion positive sur l'époque de sa formation. On peut cependant dire qu'elle est postérieure au terrain crétacé, puisque l'on ne trouve aucun dépôt de ce groupe dans le fond de la vallée, tandis qu'il en existe au-dessus des plateaux qui la bordent à droite et à gauche aux environs de Liège. On pourrait aussi, par la même considération, dire qu'elle est postérieure au terrain tertiaire inférieur; mais on ne doit cependant pas mettre trop d'importance à l'absence de ce terrain dans la vallée, parce qu'il est peu abondant dans son voisinage. La circonstance qui semble la plus propre à jeter quelque lumière sur l'époque de cette fracture, c'est que l'on voit, tant dans le fond de la vallée que sur ses flancs et sur les plateaux qui la bordent, des cailloux de même nature que les roches de l'Ardenne, ce qui semble annoncer, mais ce qui est loin de prouver que cette fracture est le résultat de la révolution qui a mis ces cailloux en mouvement. Or, comme ces cailloux se prolongent au dessus des sables de Campine et au-dessous du limon de Hesbaye, on pourrait en conclure que la grande fracture dont il s'agit est postérieure à la formation du sable de Campine, et par conséquent aux autres dislocations dont il a été parlé ci-dessus. Si nous consultons maintenant la règle des directions, nous verrons que la ligne de Maubeuge à Liège se dirige à peu près de l'O. 1/4 S.-O. à l'E. 1/4 N.-E., c'est-à-dire comme les Alpes orientales, ou 12e et dernier soulèvement européen de M. Elie de Beaumont, résultat qui concorde aussi avec l'autre ordre de considérations.

Les grandes révolutions qui se sont passées dans les autres portions du globe terrestre pendant le temps qui s'est écoulé entre le plissement de nos terrains primordiaux et l'époque où nous supposons que se sont formées les vallées dont il vient d'être question, portent à croire que la Belgique n'a pas joui pendant cette longue période d'une tranquillité parfaite, mais je ne suis pas en état de reconnaître d'une manière positive les traces des dislocations qui seraient les résultats de ces révolutions. On conçoit, quant à ce qui concerne les contrées sur lesquelles se sont étendus les terrains

tertiaires, que ces traces ont dû être effacées par ces dépôts, et quant aux contrées qui ont échappé à ce grand comblement, on est à peu près réduit aux indications tirées de la direction, laquelle pourrait bien nous induire en erreur. On trouve, en effet, que les vallées de fracture de ces contrées présentent des directions si variées que l'on pourrait y trouver des traces, non seulement des douze directions admises par M. de Beaumont, mais aussi de beaucoup d'autres, qui toutefois pourraient bien être de ces fentes transversales qui doivent inévitablement accompagner une grande fente qui s'opèrerait avec soulèvement. Du reste, il y a parmi cette confusion de vallées deux directions principalement remarquables par l'importance des cours d'eau qui les suivent et par la fréquence avec laquelle elles se reproduisent; l'une est celle du S. au N. que l'on remarque dans la vallée de la Meuse, de Mézières à Namur; dans la vallée de l'Ourte, de Durbuy à Liège, et dans les vallées de plusieurs autres cours d'eau de l'Ardenne et de l'Eifel. La seconde est celle de l'E.-S.-E. à l'O.-N.-O. que l'on remarque dans les vallées de la Semois, de la Lesse, de l'Ourte vers Houffalize, de l'Omblève, etc. Or, si nous cherchons à ramener ces deux directions à celles des systèmes de M. de Beaumont, nous trouverons qu'elles se rapportent aux 10e et 9e soulèvements ou systèmes sardo-corse et pyrénéo-apennin, qui ont eu respectivement lieu entre les deux premiers étages tertiaires et entre les terrains tertiaires et crétacés. Mais on peut objecter contre ce rapprochement que quand on voit les vastes creux que présentent ces fractures et les débris abondants qui se trouvent à leur débouché, on est bien tenté d'admettre que la formation de ces débris et leur transport ont concordé avec la formation de ces creux, tandis que l'on ne voit pas de cailloux primordiaux dans les deux dépôts de cailloux que présente le sol de la Belgique à des niveaux géognostiques correspondants. Toutefois, on peut répondre à cette objection que quand une dislocation ou violente agitation du sol se fait sentir sur une contrée émergée, elle peut produire des fentes, des failles et des écartements sans être accompagnée d'une débâcle ou déluge, c'est-à-dire d'un grand transport de débris. Or l'absence dans l'Ardenne et dans le Condros de terrains intermédiaires entre les groupes pénéen et tertiaire supérieur donne lieu de supposer que ces contrées étaient émergées pendant cette période, d'où l'on peut conclure que rien, à la rigueur, ne s'oppose à ce que l'on considère les grandes dislocations qui viennent d'être indiquées, comme ayant effectivement eu lieu aux deux époques citées, tandis que le transport des débris aurait été effectué beau-

coup plus tard, c'est-à-dire à l'époque où le soulèvement de la vaste chaîne des Alpes orientales avait mis en mouvement une immense quantité d'eau qui aurait fait irruption sur le sol de ces contrées. Il y a cependant une circonstance qui semble indiquer que ce phénomène de la dispersion des débris de l'Ardenne a été plus compliqué, c'est que ces débris s'étendent aussi au S. de cette contrée, en Champagne et en Lorraine, ce qui annonce qu'à cette époque, comparativement récente, le sol de l'Ardenne a non seulement été le théâtre d'une grande débâcle, mais qu'il a été de nouveau soulevé et agité par de fortes secousses qui ont produit de violentes dislocations, et que par conséquent il y aurait lieu d'admettre l'existence d'un *déluge ardennais*, tout comme on admet un *déluge alpin*, pour le grand mouvement d'eaux qui a amené les débris que l'on remarque aux deux côtés des Alpes, et un *déluge scandinave*, pour celui qui a amené l'immense dépôt de débris de roches primordiales du nord de l'Europe qui repose sur la vaste plaine du milieu de cette partie de la terre. Mais comme il paraît, ainsi qu'on vient de le voir, que l'Ardenne n'était plus, comme les Alpes, couverte d'eau à cette époque, son soulèvement n'aurait pas suffi pour produire une débâcle; d'où il me semble que, au lieu de voir dans le déluge ardennais une révolution indépendante, on ne doit le considérer que comme un accessoire du déluge alpin, c'est-à-dire que l'Ardenne aura éprouvé le soulèvement et la dislocation dont je viens de parler, dans le moment où le grand soulèvement des Alpes orientales avait fait refluer sur son sol, ainsi que sur celui d'une grande partie de l'Europe, les eaux qui couvraient l'emplacement de cette vaste chaîne de montagnes.

Une circonstance bien remarquable que présentent les débris des terrains primordiaux de la Belgique, c'est que l'on n'y voit point de calcaire, tandis que l'état des escarpements de calcaire anthraxifère prouve que cette roche résiste aussi bien à l'action des agents extérieurs que les roches quarzeuses. On serait tenté de supposer que cette circonstance provient de ce que les eaux qui ont transporté ces débris avaient une acidité qui les mettait à même de dissoudre le calcaire. Mais cette supposition est contrariée par les formes anguleuses que présentent la plupart des escarpements calcaires. D'un autre côté, ne pourrait-on pas attribuer la grande prédominence des cailloux quarzeux dans ces débris, d'abord à la désaggrégation des poudingues, qui se trouvaient dans des conditions plus favorables pour produire des cailloux, et ensuite à ce que les roches quarzeuses avaient encore

conservé à cette époque une partie de la mollesse que d'autres considérations m'ont déjà porté à leur attribuer, et qui semble favoriser la production des cailloux (1).

La formation du vaste dépôt de limon qui s'étend, d'un côté jusqu'au-delà de la Senne, et de l'autre jusqu'au-delà du Rhin, est un phénomène géologique dont il est difficile de donner une explication satisfaisante. On considère ordinairement ce dépôt comme ayant une origine analogue à celle du limon d'atterrissement que transportent nos cours d'eau actuels. Mais ce dernier n'a pas une composition aussi uniforme; il passe souvent au gravier et aux dépôts caillouteux, et laisse, en général, des témoins de son passage; tandis que le grand dépôt qui nous occupe est remarquable par son uniformité, par son indépendance, c'est-à-dire par la manière dont il se distingue des autres dépôts meubles sur lesquels il repose, et par sa concentration dans la vaste étendue qu'il occupe. Ce qui a été dit ci-dessus sur la probabilité de l'émersion d'une grande partie du sol à des époques antérieures à la formation du limon et l'absence dans ce dernier d'animaux marins, combinée avec la présence de quelques animaux terrestres ou fluviatiles, annoncent que le limon n'a pas été déposé dans la mer. Mais comment admettre l'existence d'un vaste amas d'eau douce dont le dépôt, au lieu d'être encaissé dans un bassin, s'élève à plus de 200 mètres au-dessus de sables marins sur lesquels

---

(1) Je crois devoir citer, à cette occasion, une observation qui pour moi est nouvelle, mais qui peut-être a déjà été faite par d'autres, et qui prouve la facilité avec laquelle les matières molles se transforment en ce que nous appelons cailloux roulés. En montant dernièrement la colline qui se trouve entre Renaix et Ellezelles, je vis que le fossé de la nouvelle route que l'on vient de construire dans cette direction présentait beaucoup de fragments arrondis, quoique un peu aplatis, d'une substance bleuâtre. Ces fragments attirèrent mon attention dès le premier moment, parce que, n'en ayant pas vu de semblables sur le sol de la contrée, je me demandais comment quelques centaines de mètres qu'ils avaient pu parcourir avaient suffi pour les arrondir; mais ayant pris de ces prétendus cailloux pour les examiner, je fus surpris de voir qu'ils étaient composés d'une argile molle qui se laissait pétrir sous les doigts. Je compris alors facilement comment les fragments anguleux qui s'étaient détachés de la masse d'argile mise au jour par le creusement des fossés avaient pu s'arrondir par un transport de quelques mètres, et je me suis demandé s'il ne serait pas probable que beaucoup de cailloux roulés eussent pris leurs formes à une époque où ils n'avaient pas encore atteint leur solidité actuelle?

il ne s'est pas étendu. S'il était permis d'émettre à ce sujet une hypothèse à laquelle j'attache toutefois bien peu d'importance, je dirais qu'à l'époque où les eaux, mises en mouvement par le dernier soulèvement des Alpes et de l'Ardenne, n'étaient pas encore rentrées dans le lit de la mer, mais où les cailloux transportés par ces eaux étaient déjà déposés sur les lieux où ils se trouvent maintenant, de puissantes éjaculations de limon sont sorties de l'intérieur de la terre dans les contrées où nous voyons ce dépôt, et ont été arrêtées dans leur expansion par le reflux de la mer, de la même manière que les alluvions que transportent nos fleuves sont arrêtées à l'embouchure de ces derniers au lieu de se précipiter dans les profondeurs de la mer.

La formation d'une partie des terrains modernes de la Belgique présente aussi des difficultés. Lorsque l'on croyait, comme au temps de Deluc, que les terrains d'atterrissements s'y trouvaient exclusivement à l'embouchure des fleuves, leur origine s'expliquait facilement, mais il n'en est plus de même depuis que Belpaire a fait connaître (1) qu'un dépôt d'argile moderne forme une bande tout le long de la côte de Flandre, vers laquelle il ne s'écoule cependant pas de cours d'eau important. Cet observateur qui écrivait à une époque où la théorie des soulèvements étaient encore dans l'enfance, avait cependant imaginé, pour expliquer les faits qu'il avait vus, une hypothèse analogue à ces alternatives d'émersions et de submersions qui jouent un si grand rôle pour les géologues actuels; il supposait que des marais tourbeux qui existaient le long des côtes du temps de César, et étaient séparés de la mer par une chaîne de dunes, avaient depuis lors été couverts par la mer, laquelle y a déposé une puissante couche d'argile dont l'emplacement a été de nouveau séparé de la mer par le rétablissement d'une nouvelle chaîne de dunes. Je suis loin de vouloir attaquer une hypothèse aussi ingénieuse; mais telle que Belpaire l'a présentée, elle me semble susceptible d'une grande difficulté, c'est que l'on ne conçoit pas pourquoi la mer qui baigne la côte qui nous occupe, et qui avait élevé anciennement des dunes sableuses, comme elle en élève encore actuellement, parce que son fond est sableux, a formé momentanément un dépôt argileux, non pas sur un point détaché, mais sur toute la côte, depuis Calais jusqu'aux bouches de l'Escaut. On lèverait cette difficulté, si l'on supposait qu'il y a eu au voisinage de ces côtes, pendant la

(1) Mémoire sur les changements subis par la côte d'Anvers à Boulogne. Tome VI des *Mémoires couronnés par l'Académie royale de Bruxelles.*

période moderne, une éjaculation de matière argileuse, analogue à celles que j'ai supposé (1) avoir donné naissance dans un temps beaucoup plus ancien aux dépôts qui accompagnent les minerais de fer intercalés dans le terrain anthraxifère, phénomène qui, s'il a effectivement eu lieu, a dû être accompagné de mouvements dans les eaux qui baignent les côtes, et, par conséquent, concorder avec une inondation qui aura poussé sur le continent les matières produites par cette éjaculation Belpaire rapporte, en outre (2), un fait qui porterait à croire que l'éjaculation a eu lieu dans les tourbières mêmes; c'est l'existence dans la tourbe de filons d'argile, nommés *Aardscheen* dans le pays, et qui sont quelquefois plus larges en bas qu'en haut.

Comme je viens de rappeler l'hypothèse des éjaculations argileuses et sableuses, je me permettrai d'ajouter à cette note quelques mots sur deux ordres de faits qui semblent annoncer que des éjaculations semblables ont aussi eu lieu pendant l'époque tertiaire.

L'un est l'existence de couronnements en sable rougeâtre et en grès ferrugineux sur les collines qui traversent la Flandre et le Brabant, depuis Cassel jusqu'au-delà de Diest. Or, pour supposer que ces matières aient été amenées dans cette position par des eaux superficielles, il faudrait également admettre qu'il y a eu dans ces contrées une vaste nappe de nature analogue qui a été dénudée et dont les collines actuelles ne sont plus que des témoins. Mais, outre que je ne puis concevoir une force de dénudation suffisante pour avoir enlevé, à l'exception de deux petits massifs de collines, toute la partie de cette immense nappe qui se serait étendue du Pas-de-Calais à l'Escaut, on doit, en supposant la possibilité d'une semblable action, se demander comment il se fait que cette immense masse de matière en mouvement n'ait plus laissé de témoins de son passage. Si l'on suppose, au contraire, qu'à une époque où ces contrées étaient encore sous l'eau, il s'est formé entre Cassel et Diest une grande fente sur plusieurs points de laquelle il est sortie du sable et de l'hydrate ferrique, on sentira aisément que ces matières ont dû prendre précisément la disposition que nous leur voyons actuellement. Une circonstance qui vient encore à l'appui de cette manière de voir, c'est que l'on aperçoit quelquefois dans les dépôts inférieurs aux sables de Diest des espèces de filons ou bandes verticales plus ou moins impré-

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, t. XII, p. 247.

(2) Mémoire cité ci-dessus, p. 33.

gnées d'hydrate ferrique, et que l'on peut considérer comme les cheminées ou conduits par où les émanations postérieures sont arrivées au jour (1).

Le second ordre de faits consiste dans la disposition que présentent certains amas d'argile traversés par la tranchée du chemin de fer de Bruxelles à Mons, sur le plateau entre Braine-le-Comte et Tubise. Ce plateau est, en général, recouvert par une puissante assise de limon ordinairement séparé des terrains primordiaux par du sable et de l'argile tertiaires. Cette dernière se montre quelquefois au jour sur certains points isolés, et la tranchée a fait voir que ces points correspondent à des espèces de protubérances ou de cônes surbaissés qui ont été comme ensevelis par le dépôt de limon qui a égalisé le plateau. Or, si ces dépôts d'argile avaient été amenés par des eaux superficielles, on ne conçoit pas comment ils ont pris la forme de taupinières sur les parties les plus élevées du pays. La coupure de ces dépôts a aussi fait voir une autre circonstance qui vient également à l'appui de l'idée des éjaculations, c'est que tandis que les assises de sables jaunes sont généralement supérieures à l'argile noirâtre, on voit, vers le milieu de quelques uns de ces cônes, des nids de sables jaunes enfouis dans l'argile, comme des témoins qui annonceraient le passage des sables au travers de l'argile.

M. Leymerie communique les observations suivantes :

Sur les dépôts diluviens du département de l'Aube, et particulièrement sur celui qui se rapporte à la vallée de la Haute-Seine, par M. A. Leymerie.

Introduction.

Au milieu des progrès si rapides que fait chaque jour la connaissance des terrains sédimentaires, celle du *diluvium* seule reste stationnaire. Il semble même qu'il y ait aujourd'hui plus d'incertitude et de divergences que jamais parmi les géologues sur

(1) Il est assez remarquable que ces espèces de filons ferrugineux, qui maintenant me paraissent si intéressants pour appuyer l'hypothèse des éjaculations, m'aient anciennement induit en erreur, en me portant à croire que les grès ferrugineux n'étaient que des accidents ou bigarrures des autres dépôts sableux, au lieu de reconnaître, ainsi que l'ont fait depuis MM. d'Archiac et Dumont, qu'ils avaient généralement une position supérieure à tous les autres dépôts du terrain tertiaire inférieur.

l'origine de ce genre de dépôts et sur les circonstances qui ont accompagné leur formation.

Cet état de choses tient sans doute à la difficulté du sujet; mais nous pensons qu'il faut l'attribuer surtout au petit nombre de bonnes observations que la science possède. Les dépôts de cette catégorie sont assez difficiles et fastidieux à étudier. Ils consistent ordinairement en des amas de détritus et de débris souvent entassés avec désordre et confusion; rarement ils présentent quelques ossements fossiles pouvant servir à les caractériser, et l'on n'a d'autre moyen, dans la plupart des cas, de les connaître et d'acquérir quelque lumière sur leur origine, que d'observer un à un les cailloux et les graviers qui les composent afin de tâcher de les rapporter à des roches en place dont on connaisse bien le gisement. C'est ce que les observateurs ont rarement la patience de faire.

Le tracé exact des limites actuelles des dépôts dont il s'agit ne serait pas moins utile pour l'établissement de leur théorie que la connaissance de leurs caractères minéralogiques, car de semblables tracés faits avec soin pour chaque vallée et rapportés ensuite sur une carte générale où l'on pourrait les embrasser d'un coup d'œil, conduiraient nécessairement à quelque notion sur l'étendue et la forme de l'espace qu'ils devaient occuper avant qu'ils n'aient été morcelés par la dénudation. Or, il est très rare que ces tracés soient faits avec exactitude. Les dépôts diluviens se lient ordinairement, il est vrai, au terrain d'alluvion plus ou moins moderne qui occupe le lit des fleuves, et cependant on les voit rarement monter d'une manière continue sur les collines environnantes; aussi représente t-on leurs limites par des lignes, tracées souvent sur de simples inductions, suivant la base des versants. Cependant, si j'en juge par mes propres observations, il doit souvent arriver qu'il existe sur les flancs des collines, et même au loin sur les plateaux qui les couronnent, des lambeaux des mêmes dépôts qui forment le sol de la vallée, lambeaux qui, par quelque circonstance particulière, ont résisté à l'action des eaux qui a dû s'exercer facilement sur des amas incohérents et superficiels. D'autres fois des nappes considérables de gravier, par exemple, recouvertes et cachées par un terrain limoneux qu'on peut prendre, au premier abord, pour une alluvion locale, échappent entièrement à l'observateur, qui réserve presque toute son attention pour les terrains plus anciens formant des couches régulières.

C'est sous l'influence de ces idées qu'en faisant mes observa-

tions pour la carte et la description géologiques de l'Aube, j'ai cherché à mettre le plus de soin et d'exactitude possible dans l'étude et dans le tracé des limites des dépôts diluviens de cette partie de la France, dépôts dont le plus important est celui qui se rapporte à la vallée de la haute Seine. Je ne me suis pas borné à explorer les vallées, mais j'ai poussé mes recherches jusque sur les plateaux adjacents, parcourant des ordonnées suffisamment rapprochées, et suivant dans cette direction le diluvium, dont souvent la présence ne m'était indiquée que par quelques graviers épars qui quelquefois me conduisaient à des gisements assez considérables; m'informant, dans chaque village, hameau ou ferme, de la nature des couches traversées par les puits, et ne m'arrêtant sur une ligne que lorsque j'étais bien sûr d'avoir dépassé la limite que je cherchais. Je suis arrivé de la sorte à des résultats souvent imprévus, et qui m'ont paru de nature à constituer un élément pour l'histoire et la théorie des phénomènes diluviens du nord de la France. Considérées sous ce point de vue, mes observations peuvent donc, malgré leur peu d'étendue, présenter quelque intérêt scientifique.

Les caractères principaux qui peuvent servir à faire distinguer les dépôts diluviens des alluvions ou atterrissements modernes, avec lesquels il est si important de ne pas les confondre, me paraissent être les suivants :

1° Une plus grande importance sous le rapport de l'étendue et de la puissance et sous celui du volume de certains éléments;

2° Un plus grand éloignement des débris qui composent ces terrains, des roches en places qu'on peut supposer les avoir fournis;

3° La hauteur à laquelle ils parviennent, et qui est presque toujours, en certains points au moins, très supérieure à celle que peuvent atteindre, dans leurs plus grandes crues, les cours d'eau qui sillonnent actuellement le fond des vallées (1);

4° L'absence de débris, soit de l'homme lui-même, soit de son industrie;

5° La présence d'ossements d'animaux (notamment de *Mam-*

---

(1) Cette différence de hauteur date ordinairement de l'époque même de la formation du dépôt, et ce n'est que dans quelques cas exceptionnels, et dans des contrées particulières, qu'il faudrait l'attribuer à un soulèvement postérieur.

mouth) qui n'existent plus, au moins dans les contrées où l'on trouve leurs restes enfouis.

Dans le département de l'Aube, nous trouvons ces caractères, ou au moins plusieurs d'entre eux, dans trois gisements qui correspondent à trois vallées différentes, savoir :

1° La vallée de la Seine;
2° — de l'Aube;
3° — de l'Armance.

Nous allons décrire successivement ces trois dépôts diluviens en commençant par le plus considérable, qui est celui de la vallée de la Seine, auquel nous rattacherons une petite formation de tuf qui existe aux environs de Nogent; nous donnerons ensuite un résumé des faits caractéristiques que ces descriptions locales nous auront fournis, et nous tirerons enfin de ces faits eux-mêmes quelques conséquences générales.

Nota. Voir pour la disposition des terrains que nous allons décrire, et pour les localités qui vont être citées, la petite carte géologique qui accompagne notre Mémoire sur le terrain crétacé de l'Aube. (Mém. de la Soc. géol., tom. IV, 2e partie.)

Dépôt diluvien du bassin de la Seine.

Depuis Mussy, c'est-à-dire depuis son entrée dans le département de l'Aube, jusqu'à l'Enclos, un peu au-dessous de Bar, la Seine est assez étroitement encaissée entre deux séries de collines jurassiques élevées, et le terrain d'alluvion qui remplit le fond de la vallée n'a pas par conséquent une grande largeur; d'ailleurs ses autres caractères ne sont pas plus prononcés comme caractères diluviens. Ce terrain consiste en un amas de fragments assez gros et mal arrondis de roches analogues à celles des collines encaissantes, recouvert par une terre argilo-calcaire légère, fine, blanchâtre, mêlée d'un peu de menu gravier, sur laquelle on rencontre çà et là quelques gisements tourbeux (Polisy, Celles (1)). A partir de l'Enclos, le défilé dans lequel se trouve la ville de Bar s'élargit, les collines jurassiques cèdent la place aux collines plus basses, composées de terrain néocomien et de *greensand*, et l'on voit le terrain de transport, qui consiste principalement en gravier jurassique déjà beaucoup moins gros et plus arrondi, s'étaler de part et d'autre jusqu'à une assez grande distance, et mon

(1) Ce dernier est dans la vallée de l'Ource; mais tout près de sa jonction avec celle de la Seine.

ter même, à Fouchères par exemple, à une certaine hauteur au-dessus du niveau des plus hautes crues du fleuve. Mais c'est après avoir passé le village que je viens de nommer, vers Saint-Parres-les-Vaudes, que le terrain diluvien prend décidément une extension remarquable; car non seulement il constitue le sol de la plaine formée par un grand élargissement de la vallée, et parvient comme précédemment jusque sur les collines crétacées qui bordent cette plaine à l'ouest; mais encore, dépassant de beaucoup les limites de la vallée, il couvre à l'E. un bas plateau de *greensand* et de craie comme d'un large manteau dont les bords passeraient à peu près par les villages de Villemoyenne, Chauffour, Mesnil-Saint-Père, Lusigny, Thennelières, atteignant ainsi une largeur de 3 lieues et demie et une hauteur de 30 à 40 mètres en certains points (Fresnoy, ferme de Beaumont en haut de Chappes) au-dessus du niveau de la Seine (1). Le diluvium est toujours constitué essentiellement dans cette partie par un gravier jurassique ordinairement assez fin, recouvert, vers les bords de la rivière, par la terre blanche que nous avons déjà signalée aux environs de Bar, et, sur le plateau, par une terre jaune ou rougeâtre argilo-sableuse. La puissance du gravier, qui s'élève à 5 ou 6 mètres dans la plaine, est plus faible sur le plateau. La base de ce dépôt n'est plus ici le calcaire jurassique comme au-dessus de l'Enclos, mais bien, en général, une argile noirâtre ou grisâtre (*argile téguline* ou *gault*). Après avoir parcouru cette partie si large du terrain diluvien *relatif* à la vallée de la Seine, en descendant toujours dans le sens du courant de ce fleuve, nous arrivons dans le bassin de Troyes, dont les bords sont formés par des collines de craie proprement dite, et dont le sol est constitué par une plaque épaisse de diluvium reposant sur un fond crayeux. Comme le dépôt qui nous occupe est très développé en cette partie de la vallée, et qu'il y présente des caractères plus nombreux et plus marqués que partout ailleurs, nous croyons devoir entrer ici dans quelques détails. Il se compose de deux éléments, le gravier et une terre limoneuse jaunâtre assez fine, à la fois argileuse, calcaire et un peu ferrugineuse, qui offre beaucoup de ressemblance avec le *Lehm* ou *Loëss* de l'Alsace et de l'Allemagne. Le gravier, qui occupe en général la partie inférieure, est principalement formé par de petites plaquettes arrondies sur les bords, de cal-

(1) M. Clément-Mullet a déjà signalé dans le *Bulletin* cette élévation du terrain de gravier pour ce point du département de l'Aube.

caire ordinairement compacte, identique avec les roches jurassiques qu'a déjà traversées la Seine vers Bar, Mussy, Châtillon. On y trouve aussi des débris plus larges et moins arrondis de lumachelle néocomienne, le tout étant mélangé de fragments assez rares de craie, de silex et de minerai de fer. Il est bon d'observer ici que ces fragments du terrain crayeux, surtout les débris de silex, sont anguleux, ce qui doit être, puisqu'ils n'ont pu être transportés de loin, ni par conséquent roulés, la roche d'où les eaux les avaient arrachés existant dans la contrée même, ou au moins très peu au-dessus. Ce dépôt de gravier est interrompu çà et là par des veines plus ou moins sinueuses, souvent horizontales, de sable qui offre fréquemment la couleur verte, et qui semble n'être qu'un détritus des sables verts du *greensand* que les courants diluviens ont dû traverser avant d'arriver au point (Rosières) où l'on observe les veines sableuses dont il s'agit. Nous avons dit que la terre jaune recouvrait le gravier; il ne faudrait pas croire cependant qu'il y ait une ligne de démarcation bien absolue entre ces deux parties d'un seul et même dépôt; car on voit, d'un côté, des amas de terre jaune dans la couche inférieure, et, d'un autre côté, le dépôt terreux contient fréquemment aussi, surtout près de son contact avec celle-ci, des veines de gravier. La terre jaune renferme souvent de petites coquilles terrestres et fluviatiles (Hélices, Ambrettes(1)) comme le *Lehm* de la vallée du Rhin. On y a trouvé aussi un assez grand nombre de dents, et surtout des dents de cheval. Mais c'est dans le gravier qu'ont été rencontrés jusqu'à présent les fossiles les plus intéressants. Nous citerons particulièrement la contrée d'Ile-Aumont et de Villebertin, à 2 lieues au S.-S.-E. de Troyes, où les travaux pour l'exploitation de la grève ont dégagé des dents d'éléphant fossile (Mammouth) assez nombreuses, des bois de cerf d'une grande taille et bien d'autres débris qui malheureusement n'ont pas été conservés. Le nombre des dents d'éléphant trouvées dans ces seules localités et qui ont été recueillies, s'élève à plus de dix. Elles arrivent quelquefois brisées aux amateurs qui les recherchent, mais c'est le plus souvent par la faute des ouvriers; au reste, la forme de leurs différentes parties est parfaitement intacte.

On conçoit que la puissance de ce dépôt soit très variable, puisqu'il a comblé les anfractuosités, probablement bien inégales résultant de l'action érosive des eaux sur le terrain de craie; ma

(1) Ces coquilles paraissent analogues aux espèces actuellement vivante

en général cette puissance, dont nous n'osons pas fixer le chiffre, est assez considérable.

Les bords du bassin de Troyes, bassin dont la largeur est moyennement de 2 lieues, forment, de chaque côté de la Seine, une ligne sinueuse qui pousse des pointes dans les vallons et qui monte même sur de basses collines. Cette ligne s'écarte beaucoup plus du fleuve à l'O. que du côté opposé.

Si l'on part de Troyes pour continuer à descendre la Seine, on voit le *diluvium* se resserrer peu à peu et occuper à peu près tout le fond de la vallée, prenant comme elle une largeur assez uniforme qui ne dépasse pas en général 1,000 à 1,500 mètres. Mais presque toute cette largeur se porte sur la rive gauche, la rive droite du fleuve suivant presque exactement le pied de collines crayeuses assez escarpées que le dépôt diluvien ne cherche pas à gravir. On ne le voit pas non plus parvenir sur les pentes douces des collines également crayeuses de la rive gauche; il se termine là, vers la base du versant, par une ligne qui oscille autour de la grande route de Troyes à Paris. Dans cette partie de la vallée qui est comprise entre Troyes et Méry, et dont la longueur est de plus de 6 lieues, le diluvium s'élève donc très peu au-dessus des plus hautes eaux de la Seine. Il consiste principalement en gravier semblable à celui du bassin de Troyes. Sa puissance n'est pas très considérable.

Entre Méry (1) et Pont, le terrain que nous décrivons continue à peu près avec la même allure, si ce n'est cependant vers le confluent de la Seine et de l'Aube, où, réuni aux alluvions de la vallée de l'Aube, il forme, entre Romilly et Pont, une espèce de delta dont le sol est composé de gravier et d'un limon très argileux. La plus grande partie de ce delta se trouve sur le territoire du département de la Marne. Aux environs de Romilly, il existe à la surface de ce dépôt des tourbières assez considérables.

En approchant de Nogent, où la vallée de la Seine s'élargit et forme encore un bassin analogue à celui de Troyes, on voit le terrain diluvien, non seulement suivre cet élargissement, mais encore s'élever et s'avancer sur les collines crayeuses, du côté du S., à une hauteur de plus de 60 mètres au dessus du niveau de la Seine (Macon, Gumery, La Chapelle-Godfroy (2)), différence

---

(1) On a trouvé dans le gravier, aux environs de cette ville, un corps conoïde que l'on compare à une corne, et qui, d'après la description qui m'en a été faite, me paraît être une extrémité de défense d'éléphant.

(2) Sur la colline qui domine le château, à 50 mètres au-dessus de la

bien remarquable et plus importante que toutes celles que nous avions observées jusqu'ici. Ce dépôt, dont la puissance est peut-être supérieure à celle du diluvium troyen, est encore composé comme ce dernier de gravier jurassique et d'une terre jaune argilo-calcaire qui souvent forme à elle seule tout le terrain. C'est notamment cette espèce de Lehm qui constitue le sol légèrement bombé qui supporte la ville de Nogent.

On n'a pas encore rencontré dans cette partie de la vallée de la Seine ces débris de grands pachydermes qui se montrent dans le bassin de Troyes avec une certaine abondance, à moins cependant que l'on veuille considérer comme une dépendance du diluvium de Nogent un dépôt de tuf assez singulier qui existe dans un vallon latéral, dépôt dans lequel on a rencontré des dents d'éléphant fossile et d'autres débris, dont plusieurs doivent probablement être rapportés à des espèces perdues. Nous allons au reste donner ci-après une description succincte de ce terrain.

Le gravier de la vallée de la Seine est partout exploité pour l'entretien des chemins et des routes. La terre jaune est employée pour le plafonnage et pour le torchis.

Dépôt de tuf de Resson. — La partie principale de ce terrain est à peu près circonscrite par une ellipse assez allongée dont le grand axe, dirigé du N.-O. au S.-E., aurait environ 1,000 mètres. Elle peut être considérée comme se composant de deux masses superposées, dont l'inférieure est formée par un travertin assez pur avec coquilles terrestres et lucustres (Lymnées, Cyclostomes, Hélices, celles-ci ont souvent conservé leurs couleurs), incrustant des plantes aquatiques et terrestres, et notamment des *Chara*, des roseaux, des feuilles de scolopendre et d'arbres dicotylédones (1). Les incrustations de *Chara* sont souvent très fines et très délicates. On a trouvé dans ce terrain des dents d'Éléphant (*Mammouth*), de Castor etc., La partie supérieure offre tous les caractères d'un dépôt de remplissage opéré tumultueusement. Elle contient aussi beaucoup d'empreintes et de vides laissés par des végétaux et des coquilles; mais le calcaire incrustant est bien plus

---

Seine, on extrait pour l'entretien des routes un gravier identique avec celui de la vallée, assez fin, et grossièrement stratifié avec du sable calcaire. Certaines parties de ces espèces de couches se subdivisent en strates obliques. La masse exploitée a 3 mètres de puissance.

(1) Tous ces fossiles et ces empreintes paraissent identiques avec les espèces qui existent encore dans la contrée ou dans des contrées semblables.

grossier, et se trouve mélangé de quelques graviers. Cependant il existe en certains points de cette masse quelques couches assez bien réglées de calcaire tendre sub-crayeux qui a l'air formé par des détritus remaniés de craie et de calcaire d'eau douce (terrain tertiaire; étage inférieur), roches qui existent tout autour dans le voisinage. — Ce dépôt peut avoir une puissance totale de 8 à 10 mètres. — On l'exploite pour en retirer une pierre celluleuse recherchée pour la construction des voûtes de cave, car elle est à la fois légère et tenace, et adhère solidement au mortier. Cette pierre est connue sous le nom de *Resson*, emprunté au principal lieu d'extraction dans l'arrondissement de Nogent, où elle est souvent employée. Cette petite formation de tuf occupe une partie du flanc N O. et du fond d'un vallon tertiaire qui descend de Montpotier à la Saulsotte, où il débouche dans le bassin de Nogent. Il se trouve à une certaine hauteur au-dessus du niveau moyen de ce bassin.

Il semble que l'assise inférieure doive son origine à des eaux calcarifères qui seraient venues peu à peu envahir un marais, et que les couches les plus récentes résultent d'une irruption des eaux diluviennes. Il faut cependant admettre que ce dépôt a été soumis, depuis l'époque de sa formation, à l'action d'eaux courantes; car il forme maintenant une proéminence dans laquelle même se modèlent de petits monticules qui dominent le fond du vallon dont nous venons de parler.

Diluvium de la vallée de l'Aube. — Le dépôt diluvien de la vallée de l'Aube est principalement composé d'un gravier jurassique analogue à celui de la vallée de la Seine, similitude que l'on conçoit très bien lorsqu'on considère que ces deux dépressions du sol traversent les mêmes terrains. Ce gravier est très gros et mal arrondi dans la partie supérieure du cours de la rivière; mais à partir de Dienville, il prend la grosseur ordinaire. Ce dépôt suit en général la vallée, sans s'écarter beaucoup des rives de l'Aube, et ce n'est guère qu'entre Trannes et Rosnay, et surtout à la hauteur de Brienne, qu'il prend une extension extraordinaire. En effet, à partir de Trannes, il s'éloigne assez rapidement de la rivière, et va former, d'un côté (à l'E.), le sol de la vaste et belle plaine de Brienne, tandis que du côté opposé, il monte jusque sur les collines qui encaissent le lit de l'Aube de ce même côté. Nous avons déterminé avec soin ses limites orientale et occidentale; nous allons les indiquer. A partir de Trannes, la ligne qui ter-

mine ce terrain à l'E. suit à peu près le pied des basses collines de greensand qui limitent la plaine ou s'élève peu sur le flanc de ces collines. Elle passe à peu près par le Petit-Mesnil, Chaumesnil, le Petit-Morvilliers, Crépy, Jusanvigny, Maizières. Jusque là cette ligne se confondait avec la limite de la plaine elle-même ; mais, plus au N., elle devient beaucoup moins précise, et paraît couper cette même plaine par une courbe entre Hampigny et Courcelles. En ce dernier point, elle atteint les collines crayeuses dont elle contourne la base en suivant la rive droite de la Voire jusqu'à la jonction de cette rivière avec l'Aube. La limite occidentale est beaucoup plus indéterminée. C'est à Unienville qu'elle commence à quitter le bord de la rivière pour s'élever sur le talus qui la borde, et parvenir ensuite sur le bas-plateau de gault et de greensand. Arrivée là, elle va passer par le hameau de l'Étape, à l'O. de Blaincourt, et entre Pel et Der ; elle rencontre un peu plus loin une protubérance crayeuse qu'elle contourne, laisse Molins au N., passe entre Auzon et Pougy sur la craie, et ne tarde pas à côtoyer l'Aube, dont elle ne s'écarte plus ensuite d'une manière extraordinaire. La surface dont nous venons de donner la circonscription peut avoir 5 lieues de longueur sur 3 lieues de largeur. La partie occidentale forme une zone assez étroite sur le plateau qui borde l'Aube de ce côté. Tout le reste, à l'exception des collines qui s'allongent sur la rive droite de la rivière entre Brienne et Lesmont, forme une large et belle plaine (plaine de *Brienne*) sur la surface de laquelle on ne remarque d'autre inégalité que la très faible éminence qui supporte le village de Perthes. Cette plaine au premier coup d'œil paraît parfaitement horizontale; mais si l'on consulte, sur la belle carte publiée par le Dépôt de la guerre, les cotes de hauteurs marquées en divers points, on voit qu'elle s'élève assez sensiblement dans la direction du N. au S., ou, en d'autres termes, qu'elle s'abaisse dans le sens du cours de l'Aube.

Le dépôt que nous étudions est, avons-nous dit, principalement composé, comme le diluvium de la Seine, de gravier calcaire. On peut facilement observer cette grève dans les trous d'extraction pratiqués pour l'entretien des routes qui traversent la plaine de Brienne. Là, on la voit former des espèces de couches indiquées par l'interposition de gravier plus fin ou de sable calcaire. Elle paraît devoir son origine aux calcaires compactes des deux étages supérieurs du terrain jurassique. La grosseur de ces grèves varie depuis 3 à 4 décimètres jusqu'au diamètre d'un pois et même d'un grain de millet. Dans ces derniers cas, elles consti-

tuent un sable excellent pour les constructions. Les gros éléments ne se trouvent, en général, que sur les bords de la rivière. En certains points, ce gravier a été solidement agglutiné par un ciment calcaire d'où il est résulté une espèce de poudingue très dur qu'on a utilisé dans quelques circonstances. Le gravier se trouve souvent mélangé avec des terres d'alluvion légères ou argileuses, grises, blanches, jaunâtres ou rougeâtres, et quelquefois colorées en noir par des végétaux en décomposition. Ces terres recouvrent aussi fréquemment le gravier, et même le remplacent en un certain nombre de points. La couleur et la nature de ces mêmes terres semblent dépendre de celles des couches qui paraissent dans leur voisinage. Ainsi elles prennent souvent la forme d'un tuf crayeux à l'approche de la craie; la terre, d'un blanc grisâtre et légère, n'est probablement qu'un détritus des marnes supérieures du gault. Quelquefois cette partie du diluvium de l'Aube offre des lits noirs, principalement dans les contrées où l'argile inférieure présente cette couleur (Dienville). L'épaisseur de l'ensemble du dépôt que nous venons de décrire est très variable, car il a rempli les anfractuosités du gault sur lequel il repose en général (1); elle peut s'élever jusqu'à 10 mètres. On n'a recueilli jusqu'à présent dans ce terrain aucun débris fossile qui puisse servir à le caractériser. Nous croyons devoir mentionner toutefois une extrémité supérieure de tibia, ayant probablement appartenu à un Mammouth trouvé près de Longeville (Haute-Marne), à 2 lieues seulement des graviers de la plaine de Brienne et dans le prolongement de cette plaine, au milieu du limon argilo-sableux qui constitue l'alluvion de la Voire. La formation de la partie du terrain de transport de l'Aube qui constitue le sol de la plaine de Brienne, malgré son étendue, pourrait encore se concevoir en admettant que la rivière que nous venons de nommer était autrefois plus considérable qu'aujourd'hui, et qu'à une certaine époque ses eaux remplissaient un lac dans lequel se serait opéré le dépôt de gravier compris entre Trannes, Morvilliers, Rosnay et Brienne. D'anciennes berges abandonnées, très caractérisées, surtout entre Unienville et Dienville, sembleraient indiquer, en effet, un décroissement ou au moins un déplacement de cette rivière. Mais une pareille explication, qui d'ailleurs se trouve déjà elle-même un peu au-delà des limites des causes actuellement agis-

(1) C'est ainsi seulement qu'on peut concevoir la formation d'une plaine aussi parfaite et aussi étendue que la plaine de *Brienne*.

santes, ne peut plus suffire pour rendre raison de la présence de la zone de gravier que nous avons signalée sur les collines qui dominent la plaine à l'O., et dont quelques points se trouvent élevés de 40 mètres environ au-dessus du niveau ordinaire des eaux dans leur état actuel. Il est donc évident que le terrain de transport de la vallée de l'Aube, considéré dans son ensemble, doit être rapporté au diluvium, malgré l'absence, au moins apparente, de débris d'animaux caractéristiques.

Le terrain de gravier étant par sa nature extrêmement perméable, les infiltrations pluviales, celles qui proviennent des sources des terrains environnants, celles même des ruisseaux et des rivières, doivent amener, dans sa partie inférieure, une certaine masse d'eau qui, lorsque le fond est argileux, se trouve dans les circonstances les plus favorables pour former, au-dessus de cette base imperméable, une nappe permanente. De là le peu de profondeur des puits et l'abondance des eaux en toutes saisons dans les contrées qui réunissent les conditions que nous venons de faire connaître. Cet avantage existe sur plusieurs points de nos trois contrées diluviennes; mais il est bien plus marqué aux environs de Brienne que partout ailleurs, parce que le gravier y repose constamment sur le gault.

Diluvium de la vallée de l'Armance. — Le troisième dépôt diluvien dont il nous reste à parler, est celui qui forme le sol de la plaine au S.-E. d'Ervy et d'une grande partie de la vallée de l'Armance. Depuis sa source jusqu'à une médiocre distance en-deçà d'Avreuil, le lit de la petite rivière que nous venons de nommer est creusé dans un terrain d'alluvion argilo-sableux qui n'offre aucun caractère diluvien; mais, un peu avant Avreuil, on voit paraître çà et là un dépôt de gravier formant le fond de la vallée, qu'il semble suivre à peu près dans tout le reste de son étendue. Ce gravier, assez menu en général, est composé encore de calcaire jurassique compacte ou subgrenu, mêlé de quelques fragments de silex provenant sans doute de la nappe de sable et de silex que nous avons signalée ailleurs à la surface du sol dans plusieurs contrées de *greensand* ou de terrain néocomien, et notamment dans celle dont il s'agit ici. Il est, en général, mêlé d'une terre argilo-sableuse, jaunâtre ou rougeâtre, qui forme souvent au-dessus de lui une couche irrégulière et peu puissante. Cette terre n'est qu'un détritus du dépôt superficiel que nous venons de citer et des assises crétacées qui le supportent. Quant à l'origine du gra-

vier lui-même, on ne peut l'attribuer aux roches entre lesquelles coule la rivière actuelle, car elle reste constamment encaissée par des collines de terrain néocomien et de greensand. Mais il faut ajouter ici que la source de l'Armance est à peu près sur la limite du calcaire jurassique supérieur, qui forme toute la contrée que l'on voit s'élever immédiatement derrière Chaource, où existe la source dont il est question. A Avreuil, notre dépôt diluvien va former une expansion sous Vanlay et Turgy, dans le vallon du Landion; et, à partir de ce point, jusqu'au-delà du village de Chessy, il occupe une largeur assez considérable, et qui dépasse une lieue en certains points. Cette largeur est presque toute portée sur la rive gauche de l'Armance; car sur la rive droite, le dépôt que nous décrivons s'arrête au pied des collines de greensand qui bordent immédiatement la rivière. Plus loin, il se rétrécit jusqu'à se réduire à une demi-lieue de largeur. Dans presque toute cette étendue ce terrain de gravier dépasse peu les limites de la vallée, où il forme une plaine parfaite couverte d'une belle et riche prairie: aussi n'aurions-nous pas osé le rapporter à la période diluvienne sans les débris d'éléphant qu'il renferme. A Maizières, près Chessy, on y a trouvé en effet un certain nombre de dents et une extrémité de fémur de ce même éléphant d'Asie dont le diluvium du bassin troyen nous a déjà fourni des restes assez nombreux.

Résumé. — 1° Le diluvium occupe dans le département de l'Aube trois gisements principaux, qui paraissent actuellement bien séparés, et qui correspondent à trois vallées, celles de la Seine, de l'Aube et de l'Armance.

2° Les caractères diluviens ne commencent à se montrer d'une manière prononcée, lorsqu'on suit ces vallées en partant de leur origine, qu'à une distance assez considérable, et en des points correspondant à de grands élargissements ou bassins

3° En ces points, le terrain diluvien prend lui-même une grande extension dans le sens horizontal (maximum = 4 lieues), et aussi dans le sens vertical (maximum = 60 mètres au-dessus du niveau ordinaire des eaux des vallées); extension qui dépasse considérablement celle que pourraient prendre les rivières actuelles, en supposant même des crues tout-à-fait extraordinaires.

4° Ces terrains diluviens sont tous trois composés de gravier jurassique, le plus souvent compacte à la cassure, avec quelques fragments de silex et de lumachelle néocomienne et quelques

veines sableuses, le tout associé ou mêlé à une terre ordinairement jaunâtre ou rougeâtre, argilo-calcaire ou argilo-sableuse, qui, dans les points où elle est bien développée, occupe en général la partie supérieure (1). La puissance maximum de ce dépôt est entre 10 et 15 mètres.

5° La nature de ces éléments est en rapport avec celle des roches qui encaissent les rivières du côté de leur source ou du moins qui existent dans cette direction à une faible distance; de sorte que les choses se passent comme si les dépôts dont il s'agit s'étaient opérés par l'action de courants qui auraient suivi la direction et le sens des rivières actuelles, mais qui auraient eu un volume bien plus considérable (2).

6° Jusqu'à présent on n'a rencontré, dans aucun de ces dépôts, des débris de l'homme ni de son industrie. Deux d'entre eux seulement renfermaient, au milieu du gravier, des ossements de grands mammifères qui n'existent plus, au moins dans cette partie du globe, et particulièrement une assez grande quantité de dents (15 ou 20), en général bien conservées, ayant appartenu à l'éléphant fossile (Mammouth). La partie terreuse des mêmes dépôts a présenté aussi, notamment aux environs de Troyes, des dents qui ne paraissent pas provenir d'espèces perdues, et des coquilles terrestres et fluviatiles analogues à celles qui vivent encore aujourd'hui dans la contrée.

Considérations générales. — 1° Si l'on mène par Troyes une ligne dirigée à peu près du N.-E. au S.-O., elle laissera d'un côté (S.-E.) toutes les roches jurassiques qui ont pu fournir au

(1) On voit que ce terrain ne ressemble guère au *diluvium* parisien. Il est à remarquer surtout qu'il ne renferme pas, comme ce dernier, de galets de roches anciennes. Une comparaison bien étudiée des deux gisements pourrait conduire à des conséquences importantes.

(2) Nous espérons qu'on ne se méprendra pas sur le sens et le but de cet énoncé, qui ne doit être considéré que comme destiné à représenter clairement et simplement le phénomène tel qu'il existe dans le département de l'Aube, et non à en indiquer l'origine.

Ce ne serait qu'après avoir déduit, d'observations faites avec soin en beaucoup d'autres contrées, des énoncés semblables, qu'il serait permis de hasarder une explication générale, c'est-à-dire une théorie. Toutefois nos observations ont été faites sur une assez grande échelle pour que nous ayons pu en tirer quelques conséquences générales qu'on va trouver ci-après.

diluvium les graviers qui le constituent essentiellement, et de l'autre côté (N.-O.) la craie proprement dite et des terrains tertiaires appartenant au bassin parisien. D'où il résulte que, soit qu'on attribue le dépôt de ces graviers à un seul ou à plusieurs cours d'eau extraordinaires, il paraît évident que ce courant ou ces courants ne pouvaient venir que d'un des points cardinaux situés du premier côté, c'est-à-dire de celui où se trouvent seulement les régions jurassiques.

2° La stratification, toute grossière qu'elle est, de notre diluvium, le recouvrement en beaucoup de points souvent assez élevés du gravier par une masse de terre limoneuse, avec coquilles très fragiles et cependant bien conservées; d'un autre côté, la position de graviers identiques à ceux des vallées sur les collines qui encaissent ces mêmes vallées; les faits que nous a présentés le petit dépôt de tuf de Resson, et le morcellement qu'il a éprouvé, nous conduisent à l'idée que le diluvium du département de l'Aube ne s'est pas formé instantanément, mais qu'il est dû à un phénomène assez prolongé qui a eu des périodes de violences et de tranquillité.

3° N'ayant trouvé dans aucune partie de nos graviers la moindre trace de fossiles marins, mais seulement des débris d'animaux terrestres; d'autre part, la terre jaune ou *Lehm* ne nous ayant présenté que des coquilles terrestres ou fluviatiles, il paraîtrait assez naturel de penser que le transport et le dépôt de ces terrains ont été effectués par des eaux douces.

4° On peut encore tirer de la haute position de nos masses de gravier une conséquence importante relativement à l'étendue primitive du terrain diluvien dans les contrées dont il s'agit dans ce Mémoire. Si l'on imagine, en effet, que par les points les plus élevés où nous ayons observé ce dépôt, dans diverses parties des vallées de l'Aube et de la Seine, on mène des plans horizontaux, ces plans rencontreront, souvent à de très grandes distances, le relief du sol suivant des courbes qui représenteront à peu près les limites qu'a dû atteindre autrefois le diluvium, et l'on sera étonné de l'énormité de la masse qui manque aujourd'hui, et qui a dû être entraînée par dénudation, sans doute dans la dernière période du phénomène considéré dans son ensemble. Toutefois il faut avoir égard ici au peu de régularité que présente ordinairement ce dépôt, circonstance qui permet de supposer que, par exception, des masses de débris et de détritus ont pu avoir été quelquefois portés plus haut que le niveau général par des mou-

vements particuliers des eaux. Il est vrai qu'on peut faire valoir aussi une considération qui est en quelque sorte mieux fondée encore que la précédente, qu'elle doit au moins contre-balancer : c'est que les points les plus élevés du diluvium dans son état primitif ont très bien pu eux-mêmes être abaissés par l'action des eaux dénudantes.

M. Leymerie présente ensuite quelques considérations sur les caractères et la disposition des couches de la formation jurassique du département de l'Aube, et il en remettra un résumé pour le Bulletin, lorsque son Mémoire sera complétement terminé.

MM. Angelot et Buvignier adressent quelques observations à M. Leymerie sur la dernière partie de sa communication.

M. Buvignier demande si le groupe des calcaires à Astarte lui a paru avoir des rapports plus intimes avec la formation corallienne qu'avec l'étage des Gryphées virgules.

D'après les observations de M. Leymerie, les terrains à Astarte étant entièrement calcaires, et se trouvant de part et d'autre en contact avec des bancs calcaires, ses limites ne peuvent être fixées avec certitude; mais, par l'ensemble de ses fossiles, il paraît avoir plus d'analogie avec le coral-rag qu'avec les marnes à Gryphées virgules, bien qu'on y retrouve quelques unes de ces coquilles.

M. Buvignier, qui fait actuellement la carte géologique de la Meuse, et qui vient de terminer avec M. Sauvage, ingénieur des mines, celle des Ardennes, a dû étudier ces divers terrains dans ces deux départements. Là, comme dans l'Aube, la limite supérieure des calcaires à Astarte ne peut être fixée que d'une manière vague et incertaine. On retrouve à différents niveaux, dans les bancs à *Astarte minima*, les Gryphées virgules et plusieurs des fossiles de l'étage supérieur; diverses espèces de Pholadomyes, l'*Isocardia inflata*, l'*I. excentrica*, le *Pteroceras oceani*, etc.

La même incertitude ne règne pas sur la limite inférieure de la formation. On trouve au-dessous des bancs calcaires

une marne jaune ou grise, avec de nombreux fragments d'Huîtres, parmi lesquels on distingue l'*Ostrea bruntrutana*, et peut-être encore quelques *Gryphæa virgula*. On rencontre dans ces marnes deux lits d'une Lumachelle bleue très dure. Elles reposent sur des calcaires oolithiques d'environ 4 mètres de puissance; ceux-ci sont séparés du coral-rag par une marne noire à *Ostrea deltoïdea*. L'ensemble de ces couches forme dans ces contrées un repère bien constant qui sépare nettement la formation corallienne de celle à *Astarte minima*. Cette circonstance et la présence de l'*Ostrea deltoïdea* et de plusieurs autres fossiles, ont porté M. Buvignier à ranger le calcaire à Astarte dans l'étage jurassique supérieur. Il ne nie pas qu'il y ait un certain nombre de fossiles communs à ces calcaires et au coral-rag; mais il en est plusieurs qui appartiennent aux espèces qui ont traversé toute ou presque toute la période jurassique, et auxquels, par ce motif, il ne faut pas attacher une trop grande importance; de ce nombre sont les *Trigonia costata* et *clavellata*, les *Melania striata* et *Heddingtonensis*, etc.

Enfin M. Buvignier ajoute qu'ayant eu occasion de communiquer son opinion, il y a trois ans, à M. Thirria, ce savant ingénieur lui a dit que des observations postérieures à la publication de sa *Statistique de la Haute-Saône* le portaient à adopter les mêmes idées.

Séance du 6 *décembre* 1841.

PRÉSIDENCE DE M. A. PASSY.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance. dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société :

M. Ruelle (Adrien), ingénieur des ponts et chaussées à Aurillac (Cantal), présenté par M. Ruelle, payeur du trésor à Lyon, et M. Michelin.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Alc. d'Orbigny, la 33e livraison de sa *Paléontologie française.*

De la part de M. Ch. d'Orbigny, la 17e livr. du *Dictionnaire universel d'hist. nat.*, dont il dirige la publication.

De la part de M. Alex. Brongniart, son *Deuxième Mémoire sur les kaolins ou argiles à porcelaine*, ouvrage fait en commun avec M. Malaguti. (Extrait des archives du Muséum d'histoire naturelle.) Paris, Gide, éditeur, 1839.

De la part de M. Eug. Robert, la 7e livraison du *Voyage en Islande et au Groënland*, comprenant la 2e partie (*Minéralogie*, *Géologie et Botanique*), dont il est l'auteur.

De la part de M. Rolland du Roquan, sa *Description des coquilles fossiles de la famille des Rudistes qui se trouvent dans le terrain crétacé des Corbières* (Aude). In-4°, 69 pag., 8 pl. Carcassonne, 1841.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 2e semestre 1841, n° 21 et 22.

Bulletin de la Société de géographie, n° 94, année 1841.

Mémorial encyclopédique, n° d'octobre 1841.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° 72, année 1841.

Correspondenzblatt, etc. (Feuilles de correspondance de la Société d'agriculture de Wurtemberg.) 1840, 6e livr.; 1841, 4e livraison.

Bulletin of the Proceedings, etc. (Bulletin de l'institution nationale pour l'avancement de la science établie à Washington en 1840.) Vol. I, n° 1; juin à décembre 1840. In-8°, 65 pag. Washington, 1841.

L'Institut, n° 414.

L'Athenæum, nos 735 et 736.

The Mining Journal, nos 327 et 328.

COMMUNICATION.

Le Secrétaire lit l'extrait suivant d'une lettre adressée par M. Boué à M. Michelin :

Voeslau, près Vienne, le 18 septembre 1841.

Après avoir parcouru les Bulletins de la Société, je viens présenter, quoiqu'un peu tard, quelques observations sur des discussions déjà imprimées. Je ferai remarquer d'abord que le nouveau musée minéralogique et géologique attaché à la monnaie ou au ministère des mines est tout-à-fait distinct du musée impérial, avec lequel il paraît avoir été confondu (Voy. Bullet., t. XII, p. 264). Ensuite je dirai quelques mots de l'ingénieux moyen trouvé par M. Haidinger pour donner plus d'intérêt aux collections géologiques, moyen qui est peu dispendieux et occupe peu de place. Il consiste en une ou plusieurs planchettes mobiles placées verticalement entre deux cubes de tiroirs adossés l'un à l'autre. Ces planchettes, sur lesquelles sont collées les coupes ou les cartes géologiques relatives aux échantillons contenus dans les tiroirs, sont pourvues d'un anneau en dessus pour pouvoir être tirées et élevées au besoin, et munies de contre-poids cachés dans l'intervalle des cubes pour faciliter leur glissement; un espace de 4 à 6 pouces conservé entre les cubes suffit pour établir ce mécanisme fort simple. Les planchettes, lorsqu'elles sont abaissées, viennent araser la surface des cubes dont elles ont exactement la hauteur.

Nous n'avons pas encore terminé, M. Hauslab et moi, le coloriage géologique du relief de l'Europe, de l'Asie occidentale et de l'Afrique septentrionale. Il y restera peut-être des vides que l'on pourra combler à Paris. Six formations y sont exprimées. Ce travail vous sera envoyé avec des cartes et des globes indiquant l'emplacement des grandes chaînes et des grandes dépressions du globe ainsi que les formes géométriques et les grands cercles décrits par les plus fortes aspérités terrestres.

Le Bureau topographique militaire a publié des cartes de détail, telles que celle des environs de Baden, en basse Autriche, sur laquelle diverses couleurs indiquent les divers genres de culture. On obtient ce résultat au moyen de plusieurs pierres lithographiques. Quatre pierres, donnant chacune une teinte, peuvent produire huit couleurs, en employant la même pierre pour deux

teintes, par exemple en mettant du bleu sur du jaune, etc. Les contours de ces coloriages sont très nets, et leur bon marché pourrait les faire utiliser pour les cartes géologiques.

La Société des naturalistes d'Allemagne se réunira l'année prochaine à Mayence, et l'année suivante à Gratz, en Styrie. Les médecins et les naturalistes de Hongrie se sont rassemblés à Pest au mois de juin dernier. On a lu à cette réunion deux notes sur les eaux minérales, par M. Fognio, relatives à la source alunifère de Parad, et à celle avec fer de Borastyan-ko (comitat d'Eisenburg), puis sur l'eau saline, alcaline et ferrugineuse, avec sodium et brome de Czigelkaï (comitat de Saros).

Il y a eu à Neustadt, à 10 lieues S. de Vienne et dans les environs, deux chocs de tremblement de terre assez violents et accompagnés de bruit; ce fut le 13 juillet, de 2 à 3 heures de l'après-midi. La secousse a crevassé des maisons et renversé des cheminées. Pendant toute la journée du 18 juillet, il a soufflé comme en Suisse, etc., un violent sirocco très chaud. Les vieillards déclaraient n'avoir rien vu de semblable. Le thermomètre dépassait 27°, suivant d'autres 30° à l'ombre, et s'élevait au soleil à plus de 33°.

J'habitais cet été Voeslau, village situé à 5 ou 6 lieues au S. de Vienne, sur le dernier pied des Alpes; j'y ai parcouru les lieux où M. Prevost a habité plusieurs années, Schonau, Baden, Enzersfeld, Hirtenberg. Les montagnes situées à l'O. de tous ces lieux sont composées de ce calcaire secondaire des Alpes qui paraîtrait plutôt néocomien et crétacé que jurassique. Dans les parties bien stratifiées on trouve intercalées quelquefois de puissantes masses de calcaire foncé très argileux et feuilleté, ce qu'on appelle communément des marnes calcaires. Assez souvent les gorges et les cols sont composés de cette espèce de roche, comme, par exemple, le vallon du Weichsel-thal et le col entre ce vallon et celui de Sainte-Hélène, près de Baden, certaines gorges entre Gainfahrn et Merkenstein; c'est en petit ce que d'autres Alpes présentent en grand. Les couches, laissant apercevoir rarement des traces de fossiles, semblent être principalement des calcaires compactes ou un peu argileux, quelquefois un peu bitumineux, ce dont on s'aperçoit surtout par l'odeur, en brûlant de la chaux; mais les parties les plus intéressantes sont celles où on passe insensiblement des roches compactes bien stratifiées aux roches peu divisées en strates, fendillées, déjà un peu magnésiennes çà et là, et grises très claires ou blanchâtres. De même que dans le Tyrol méridional, ces dernières sont en partie des brèches à pâte semi-dolomitique à fragments gris

plus foncé, conduisant à des roches tout-à-fait fendillées et magnésiennes, à des dolomies complètes, avec plus ou moins de petits morceaux de calcaire compacte ordinaire. Je ne puis me lasser de considérer ces énormes entassements de si petits fragments rhomboédriques ou polyédriques; la roche a été divisée par des millions de fentes qui, s'entrecroisant, ont fini par la changer en un amas de gravier angulaire. La roche n'est restée masse agrégée que par la présence d'une matière pulvérulente magnésienne dans laquelle sont empâtés çà et là des blocs ou rochers de brèches. Partout il y a des morceaux menus de véritable dolomie, et des fragments calcaires à croûte de dolomie poreuse. A Medling et à Baden, il y a d'énormes masses de ces roches bréchoïdes dolomitiques : aussi on n'y voit pas si bien qu'à Gainfahrn et Voeslau que ces singulières brèches sont en filons ou amas allongés plus ou moins puissants dans le calcaire ordinaire.

De ces carrières de sable grossier calcaire, où les ouvriers se creusent des abris comme dans un sable ordinaire, on passe sans interruption aux calcaires ordinaires environnants. On ne peut pas prétendre que les roches bréchoïdes soient de véritables brèches ou des agrégats angulaires rassemblés et cimentés par les eaux; il y a eu là sur place quelque modification de la roche. Les plus belles carrières de ces brèches désagrégées sont au-dessus de Gainfahrn; elles offrent des escarpements de 60 à 80 pieds avec des souterrains voûtés, creusés comme dans le gypse de Montmartre et ayant jusqu'à 30 pieds d'élévation. Le sable ou détritus calcaire grossier sert à sabler les chemins; une qualité de grosseur moyenne est employée pour les sentiers des jardins, et le sable le plus fin, c'est-à-dire la pâte sableuse dans laquelle sont enchâssés les fragments plus gros, se vend dans le pays et à Vienne pour écurer. Ces qualités se préparent au moyen de grillages plus ou moins fins. La charrette de sable fin revient à 7 fr. 50 c., la seconde de 2 fr. 50 c. à 3 fr., la troisième ou la plus grossière à 2 fr. ou 1 fr. 75 c. Ces roches étant aisées à désagréger, ont fourni beaucoup de matériaux aux poudingues tertiaires qui recouvrent l'argile tertiaire et coquillière de Vienne à l'entour de ce bassin. Partout la pente des montagnes est encroûtée d'une épaisse nappe de ces roches alluviales qui s'élèvent plus haut qu'on ne le croirait. Tout le village de Voeslau est placé sur ces masses de poudingues, qui y forment un bourrelet ou petit promontoire en avant de la montagne de calcaire compacte et bréchoïde. Les forêts de pins ne couvrent guère que ce dernier sol, savoir : le *Pinus austriacus*

(entre les *P. sylvestris* et *pinaster*); les chênes et surtout les vignobles marquent le terrain des poudingues tertiaires. Du fond d'une anfractuosité du promontoire de Voeslau sort une source extrêmement abondante, semi-thermale de 17°, qui forme un étang d'eau verdâtre aussi claire que celle du lac de Chède, en Savoie. Ce lieu est devenu un bain à la mode. La source sort des poudingues tertiaires, ou probablement de leur contact avec le calcaire secondaire, et elle paraît absorber beaucoup d'eau, car la montagne voisine et celles qui sont situées plus loin sont sans sources. La pluie seule y remplit le lit des torrents. Toutes ces roches calcaires sont si fendillées que les plus grandes pluies y sont absorbées en un instant. L'eau de Voeslau, quoique thermale, n'est pas pour cela hydrosulfureuse comme celles qui sourdent si abondamment à une lieue d'ici, à Baden, et dans toute la vallée de Sainte-Hélène. Cette imprégnation est si fréquente dans cette dernière que cela domine le plaisir de s'y désaltérer, même à la Krainer-Hutte.

Les eaux pluviales paraissent former à Voeslau une nappe aquifère sous les poudingues tertiaires et au-dessus du *Tegel* ou de l'argile tertiaire coquillière. Les puits de Voeslau ont de 8 à 10 toises de profondeur et traversent les poudingues. Mais en avant du village, et surtout dans la direction du canal d'écoulement du ruisseau de la source thermale, il y a un épais dépôt alluvial ancien. La direction du chemin de fer de Trieste ayant placé le débarcadère de Voeslau sur ce dernier sol, on y a voulu creuser un puits artésien. Après avoir traversé 2 1/2 à 3 toises de masses alluviales composées de cailloux calcaires et quartzeux, on a percé 38 toises de *tegel* ou d'argile tertiaire coquillière sans trouver d'eau, mais un peu de lignite et des coquilles fossiles.

L'historique de l'admission des *Quadrumanes* parmi les animaux fossiles ne fait-elle pas presque pendant à celle des aérolithes? Cuvier, ce colosse couché trop tôt dans la tombe des naturalistes analytiques, avait-il pu croire à cette hérésie? ne l'avait-il pas rejetée, au contraire, avec les hommes fossiles, parmi les choses qui, vu leur improbabilité, bordent l'impossible? Tout en faisant justice des hommes antédiluviens de Scheuchzer et d'autres naturalistes bibliques, ne reconnaît-on pas dans sa manière de voir les impressions résultant de sa première éducation ou de vues générales sur l'instruction? Eh bien! peu d'années de vie de plus, et ce génie aurait été obligé de rendre les armes à ses opposants bien inférieurs à lui. Si les Singes fossiles que j'annonçais, dès 1824, plusieurs fois à M. Cuvier (Voyez mes *Mémoires géol. et paléontol.*,

mes *Comptes-rendus à la Soc. géol.* et mon *Guide du Géologue voyageur*, vol. II) sont déjà au jour et reconnus par tout le monde, mes hommes fossiles de 1826 semblent bien prêts de convaincre les plus incrédules par la présence de leurs crânes. Suivant même la théorie en faveur, les hommes n'ont-ils pas pu et dû exister à l'époque alluviale la plus ancienne (diluviale), puisqu'il y a eu des singes dès l'époque tertiaire ancienne? Que de frais d'esprit n'a-t-on pas fais pour se débarrasser de ces incommodes ossements de deux genres de *Mammifères marsupiaux de Stonesfield!* La théorie du jour ne pouvant nullement s'en accommoder, n'ont-ils pas été déclarés étrangers au dépôt, accidentels, dérivés d'animaux aquatiques, que sais-je? Ne disait-on pas alors que les géologues de notre bord ne tiraient leurs déductions que d'exceptions *aux lois bien établies*, au lieu d'attendre que l'hétérogène, l'anomal, rentrât dans ce qui était général et constant? Depuis les découvertes de MM. Robert, Charles d'Orbigny et Lyell, essaie-t on encore de démontrer que l'argile plastique de Paris est antérieure à la création des Mammifères du gypse de Montmartre? Avions-nous donc si tort de parler d'une faune terrestre complète avant le dépôt des terrains crayeux, et même lors de l'époque jurassique (Voyez mes *Mém. géol. et paléont.*, vol. I, p. 51, 57 et 116)? Les pas extraordinaires de divers animaux terrestres, d'Oiseaux, de Mammifères d'ordres élevés, dans des grès bigarrés et même d'autres grès en Allemagne, en Angleterre, en France, en Russie et aux États-Unis; les Pachydermes trouvés par M. Hugi dans le calcaire jurassique (*Bull.*, vol. VII, p. 289), ne sont-ils pas des faits avérés, qui ont confirmé nos prévisions, et ramené la question de Stonesfield à une pure discussion zoologique? Si le grès vert montre des pas de mammifères, comme on le prétend, n'est-on pas en droit d'attendre la découverte de leurs ossements dans la craie? Si des grès bigarrés et même des grès plus anciens portent vraiment l'empreinte de pas de mammifères, n'avons-nous pas été trop réservés plutôt que trop aventureux dans nos présomptions, basées sur l'état actuel des habitants du globe terrestre? Pour parler de coquillages fossiles et de l'importance géologique attachée à leurs espèces, est-il nécessaire de revenir sur le vague qui règne quelquefois dans la distinction entre certaines espèces communes dans deux terrains, ou sur les subtiles distinctions des Cérites et des Potamides, suivant le dépôt qui recèle ce genre de pétrifications? Malgré tout cela, et qu'on le remarque bien, l'esprit de la presque totalité des géologues est tellement engoué des théories à la mode,

que presque aucun traité de géologie, pas même celui de M. Lyell, n'aborde franchement les exceptions, et n'avoue les changements qui en résultent dans la géogénie : aussi n'est-il pas étonnant que le jeune public ou les géologues débutants prenant la poésie de leurs maîtres pour la réalité, en tirent des déductions encore plus outrées et plus hasardées.

Après ce préambule que j'ai cru nécessaire, je passe au fait qui m'a fait prendre la plume, et je viens présenter quelques objections à M. de Roissy, qui, suivant le *Bulletin*, vol. IX, p. 188, admet, comme bien établi, que *chaque classe d'êtres organisés présente des divisions en rapport avec l'ancienneté relative du terrain, et qu'aucune espèce n'est commune à deux formations.*

Si M. de Verneuil nous paraît avoir répondu suffisamment à la dernière assertion (voyez *Bull.*, vol. IX, p. 185), il a omis les curieux rapprochements faits par M. Ehrenberg entre certains animaux microscopiques vivants et ceux de la craie. Mais M. Deshayes lui-même semble admettre des exceptions à cette vue théorique (*voyez* vol. IX, p. 188). Quant à M. de Roissy, il nous paraît qu'il n'aurait pas dû citer M. Adolphe Brongniart comme confirmant botaniquement ce qu'il a avancé, vu l'anomalie présentée par les plantes des houillères associées avec les Bélemnites dans les terrains anthraxifères des Alpes de la Savoie et du Dauphiné. De deux choses l'une, ou ce cas est contraire à sa théorie, et son classement dans le sol secondaire moyen est juste, ou bien la géologie doit rendre les armes à la théorie paléontologique; mais alors M. de Roissy et ses confrères en conchyliologie sont obligés d'abaisser beaucoup la limite où ils veulent seulement souffrir des Bélemnites. *Dans les deux cas, la théorie paléontologique est donc à modifier.*

Plus nous avançons dans la connaissance des faunes et flores des temps qui nous ont précédés, moins paraît se confirmer ce principe que si *chaque classe d'êtres organisés présente des divisions en rapport avec l'ancienneté relative du terrain*, ces divisions forment toujours une échelle, commençant par le moins parfait pour finir au plus compliqué. Or, telle était l'idée de Blumenbach, de Werner, de Cuvier, et telle est celle qu'on inculque à la jeunesse et qui donne un coloris tout particulier aux généralités sur la paléontologie. La nature a sans doute suivi un certain ordre; mais ne nous pressons pas tant de croire le connaître, puisque les découvertes récentes montrent les plus étranges anomalies. N'oublions jamais, comme le faisaient nos devanciers, la grande probabilité que l'existence

de tout océan sur notre globe présuppose celle de quelques terres, qu'il y a donc eu de toute ancienneté place pour une faune et une flore aquatique et terrestre. L'opinion contraire, jadis admise, semblerait bien moins soutenue par les faits déjà connus. Sans croire possible la découverte d'ossements humains dans le sol primaire (intermédiaire), paraît-il à présent si improbable qu'il ait existé des mammifères même dans les époques secondaires reculées? Les marsupiaux sont-ils donc si bas dans l'échelle zoologique des mammifères pour amener à l'idée que les premiers mammifères sur le globe ont été et ont dû être de cet ordre, ou bien le contraire n'est-il pas plutôt plus probable? Plusieurs ordres n'ont-ils pas pu et dû apparaître ensemble? Les reptiles et les insectes d'ordres assez élevés dans le sol primaire (intermédiaire) ne sont-ils pas déjà des nouveautés bien peu en harmonie avec l'échelle des créations éteintes, telle qu'on se complaît à se la figurer? N'avons-nous pas vu et ne voyons-nous pas chaque année des poissons montrer leurs débris avec des zoophytes dans des couches plus inférieures, dans des profondeurs où autrefois la théorie ne voulait voir que des polypiers? Devient-il donc impossible que les premiers zoophytes aient été accompagnés de certains poissons particuliers dont la structure fut adaptée à l'état du liquide d'alors? Les controverses sur la limite inférieure des dicotylédones dans les flores anciennes, leur découverte bien plus bas que ne l'imaginait la théorie, ne doivent-elles pas rendre bien circonspect sur la place et l'époque des premières plantes, soit marines, soit terrestres? Certains fucoïdes n'ont-ils pas pu être contemporains des premiers zoophytes? Sans nous laisser séduire par de belles conceptions, il est vrai, regardons autour de nous, et faisons avant tout attention à l'enchaînement mutuel des créations, dont aucune n'est pour ainsi dire étrangère aux autres. Chaque plante a son insecte; les animaux se servent d'habitation ou de pâture les uns aux autres, de telle manière que l'existence d'une classe de créations semble présupposer celle d'autres classes, axiome que l'ancienne théorie paléontologique avait tout-à-fait négligé de prendre en considération.

Tous nos genres d'animaux, comme leurs contemporains les hommes, ont existé après la fin des dépôts tertiaires (1); beaucoup d'entre eux avec d'autres de toutes les classes et les ordres, et

(1) Si, au grand étonnement des théoristes, on a découvert enfin des chameaux, des singes fossiles, on découvrira tout aussi bien un jour

même des ordres les plus élevés parmi les mammifères terrestres, ont vécu pendant toute l'époque tertiaire; bon nombre de mammifères terrestres, à plus forte raison beaucoup de genres d'animaux terrestres et aquatiques, ont probablement existé dans toute la période secondaire, et, parmi toutes les créations, les mammifères seraient la seule classe qui n'aurait pas été parmi les organismes des époques antérieures; ainsi pourraient se résumer les déductions rationnelles à tirer des découvertes récentes. Laissons à l'avenir à poser les jalons de détail.

M. Deshayes est un champion bien ferré en fait de coquillages; mais tout en lui étant aussi attaché qu'à M. de Roissy, il me permettra bien de ne pas plus lui donner de quartier qu'au grand Cuvier, quand je crois qu'il se trompe. M. Deshayes prétend que les *fossiles, faisant exception à la règle théorique, rentreront très probablement dans les lois reconnues, quand ils auront été convenablement étudiés* (voyez *Bull.*, vol. IX, p. 188). C'est la réserve ordinaire du non-lieu, c'est ce qu'on a dit pour annuler le témoignage si important des mammifères de Stonesfield. Or, cette observation a été faite à l'occasion du mélange d'Ammonites infra-jurassiques, ailleurs avec l'*Orthoceras regularis* du terrain silurien. Il faut savoir que cet accident du Salzbourg est connu depuis fort long-temps, que Bronn, comme Schlotheim, et tous les autres paléontologues d'Allemagne, ont reconnu l'espèce d'Orthocère en question, et l'ont bien identifié avec l'espèce de Suède. Ils pouvaient le faire mieux que tous les autres savants, vu qu'ils en avaient les meilleurs échantillons. De plus, en parcourant les anciennes collections de pétrifications du siècle passé, on remarque en Allemagne au moins assez souvent l'Orthocère fatal du Salzbourg, et probablement Knorr, et surtout les laborieux Walch et Schrœter en auront fait mention.

On comprend toute la peine que les amants de la théorie en vogue se donnent pour pulvériser ce fait si antipoétique. Comment, non pas seulement une espèce intermédiaire dans le terrain jurassique ou crayeux, mais une véritable Ammonite du jura anglais!

Mais que dire de l'aveuglement où jettent les théories, quand on apprend que des personnes aussi instruites que MM. de Mandelslohe et Bronn veulent escamoter l'exception en prétendant que

---

des girafes, des ornithorhynques, etc. Les tours du monde scientifiques se comptent encore, et combien de continents qui sont encore inconnus au géologue!

les calcaires contenant à Hallein, près de Salzbourg, des Ammonites et des Orthocères, ne sont que des *débris de blocs erratiques!* M. Bronn, paléontologue si distingué, trouve même cette observation digne d'attention, parce que les fossiles en question reçus de feu M. Lill de Lilienbach étaient dans des morceaux roulés de calcaire! Je suis bien fâché de repartir qu'au contraire cette remarque me paraît oiseuse; car, dût-elle même être toujours vraie, les Ammonites jurassiques dans une roche silurienne resteraient toujours opposées à la théorie des paléontologues du jour. D'ailleurs, de quel terrain silurien pourrait-on faire voyager ces prétendus blocs? Si au moins quelque point de l'Allemagne, ou même de la Scandinavie présentait l'identique de cet extraordinaire silurien, on pourrait se les expliquer. Ils seraient arrivés dans ces anses des Alpes au moyen de ces nappes effroyables de glace, avec lesquelles on paraît tendre à supplanter singulièrement ce qu'on appelait jadis les effets de transport violents, et qui sont faites pour inspirer autant de terreur que la queue des comètes. On trouvera peut-être encore que les glaciers ont la puissance de couper les montagnes et d'enlever d'un continent toute une formation. Alors libre à chacun de faire des roches du Salzbourg des blocs erratiques. Mais, jusqu'au temps de ces découvertes on me permettra de placer l'hypothèse en question à côté de la bévue de M. Lupin, qui prenait, il y a vingt ans, dans l'Allgau en Bavière, pour des blocs erratiques, des fragments de granite, restes de la désagrégation de poudingues du terrain crétacé. Parmi les objections faites à la théorie des glaces universelles, on oublie d'expliquer pourquoi les blocs erratiques et les prétendues moraines de sable et de cailloux ne sont que des phénomènes de certaines contrées (savoir : Suisse, Savoie, Dauphiné, Piémont, Lombardie, Bavière, grand bassin tertiaire et alluvial scandinave, germano-russe, Angleterre, États-Unis sept.; Canada, Chili, Asie centrale). Or, si la théorie en question était vraie, les blocs erratiques et les moraines devraient exister au moins sur toute la zone tempérée boréale de notre globe; de plus, s'il est parti de tels glaciers-monstres de toutes les hautes chaînes, comment expliquer que les blocs erratiques et les moraines n'existent pas le long des Alpes orientales depuis le milieu de la Bavière jusqu'en Turquie et à la mer Noire? S'il y a dans ces montagnes beaucoup de dépôts d'alluvion, tous sont stratifiés comme les dépôts aqueux les plus distincts. Enfin dans ce dernier cas, l'existence de rocs polis et de stries, découverte dans ces Alpes, sans blocs ni moraines, ne signifie rien; car qui dit glacier, suppose blocs et

moraines. En admettant ces glaces universelles et cette basse température, il nous semble que la formation des glaciers, de la neige et de la pluie serait tout autre qu'actuellement, et bien des places, surtout basses, pourraient rester, comme dans les régions polaires, terres nues gelées, sans offrir ces nappes effroyables de glace, et surtout ces glaces mouvantes dont l'imagination de quelques jeunes géologues se repaît.

Il est assez plaisant que cette théorie des glaces universelles donne lieu à des réclamations de priorité, telles qu'on ne devrait en attendre que de découvertes importantes pour l'humanité. M. Ch. Schimper l'a chantée en une ode intitulée : *Die Eiszeit*, l'époque de la glace (Erlangen, fév. 1837); Agassiz l'a exposée pendant l'hiver 1836-1837; Venetz l'avait déjà eue avant 1835, époque de la publication de l'œuvre de Charpentier; puis voilà Gœthe qui en a parlé depuis bien plus long-temps en poëte naturaliste.

M. Lill, mon ami, mon hôte trois fois à Hallein, mon compagnon de voyage deux fois dans le Salzbourg, a envoyé à M. Bronn des morceaux à surfaces usées ou même des cailloux de rivières, parce que ce sont *ces échantillons seuls où les Orthocères et les autres Multiloculaires ressortent le mieux sur la roche rouge ou grise.* Si M. Mandelslohe avait pu se promener dans les prairies sur les bords de la Salza à Hallein, il y aurait vu de très grandes murailles toutes bâties en calcaire rouge, provenant, au su de tout le monde, de la vallée de l Alm (à l'E. de Hallein) et remplies d'Orthocères et d'Ammonites; il y aurait vu autre chose que des blocs, ainsi que la différence entre l'exposition des Orthocères sur une surface attaquée par l'air ou sur une cassure récente.

Les grosses Orthocères se trouvent dans certains bancs des calcaires rouges de la vallée de l'Alm, où fourmillent les carrières de marbriers, surtout sur son côté septentrional. Je ne puis ni assurer ni nier qu'il n'y en ait point au-dessus de Hallein, sur la gauche de la Salza; mais, si ma mémoire est bonne, je pense que nous ne nous sommes pas trompés avec M. Lill en croyant en reconnaître de petites sur ce côté de la rivière (voyez mes *Mémoires géol. et paléont.*, p. 187). Du reste, si cette coquille ne s'y trouvait pas, elle n'en existe pas moins dans un terrain tout semblable autour de Alt-Aussee dans la partie de la Haute-Autriche adjacente au Salzbourg. J'en ai eu dans ma collection des échantillons libres et parfaits, quoique petits; ces coquilles avaient même encore leur test, et ont été reconnues pour des Orthocères, en 1832, par nos paléontologues de la Société, qui ont bien vu alors que ce n'étaient point des cônes alvéolaires de Bélemnites. Cette dernière

hypothèse aurait été la *seule manière rationnelle d'expliquer l'anomalie*, si on avait pu la trouver juste Ces petites Orthocères sont dans un calcaire gris. Le calcaire englobant ou recouvrant l'amas salifère de Hallstadt renferme aussi des Orthocères et des Ammonites (voyez Buckland et Sowerby (*Trans. géol. Soc. Lond.*, 2e sér., vol. III, p. 316). Ces roches paraissent se trouver avec les mêmes fossiles, Ammonites et Orthocères et même Bélemnites, au lac de Côme (voy. *Bull. de la Soc. géol.*, vol. X, p. 247) et dans le golfe de la Spezzia. On se rappelle l'*Orthocera elongata* du lias figuré par De La Beche (*Trans. geol. Soc. Lond.*, 2e sér., vol. II, pl. 4, fig. 4). M. Anker en a trouvé de même avec des Ammonites dans le calcaire secondaire de la Styrie (voyez *Jahrbuch fur Mineralogie*, 1835, p. 524).

Le cas des Orthocères du Salzbourg, enchâssées dans la roche et offrant des surfaces usées, est l'état très commun de la plupart des fossiles des calcaires des Alpes, et c'est bien moins dans la roche intacte que dans ses parties exposées à l'air, dans ses portions rongées, polies ou désagrégées, dans ses débris, ainsi que dans les cailloux des rivières, que l'on peut reconnaître leurs caractères.

Pour pouvoir employer avec précision la paléontologie en géologie, il faut se garder de croire qu'il ne s'agit que d'être un collecteur sédentaire de pétrifications; une pareille erreur a conduit déjà à plusieurs idées systématiques erronées. De là est née cette diversité d'opinions sur les dépôts crétacés du revers septentrional des Alpes. Au lieu d'observer la nature, on s'est laissé guider par quelques fossiles que des idées préconçues ne devaient faire trouver que dans le sol tertiaire. Ainsi nous avons vu M. Brongniart trouver du calcaire tertiaire sur les Alpes, MM. Sedgwick et Murchison séparer, non pas en divers dépôts d'une même formation, mais en diverses formations, Gosau, le Kressenberg et le grès vert de l'Allgau en Bavière; puis M. Deshayes et d'autres personnes en dissidence avec MM. Elie de Beaumont et Dufrenoy. N'avons-nous pas eu même la question d'un paléontologue célèbre qui demandait si, vu les fossiles, il n'y aurait pas deux terrains dans le dépôt coquillier si connu de Gosau? En réalité, certains fossiles y affectionnent surtout certains lits. Rappelons-nous donc toujours l'exemple de l'opposition que Werner a faite si long-temps aux vulcanistes, sans vouloir bouger de son Freyberg, ni examiner des volcans. Nous paraissons quelquefois tomber dans la même myopie, dans notre zèle outré de jalonner commodément les recherches géologiques au moyen d'axiomes *à priori* sur les fossiles. En voyant les progrès faits depuis vingt ans, il y a plutôt

lieu de juger ce qu'il reste à faire que de se complaire dans des résultats appuyés sur des relevés géologiques d'une si petite partie du globe.

Il est encore une manière singulière de se tromper en géologie paléontologique, c'est de s'imaginer que dans une localité non visitée, il y a un mélange extraordinaire de fossiles, parce qu'on en a reçu des pétrifications, qui ailleurs caractérisent divers horizons. Dans sa *Lethæa geognostica*, M. Bronn paraît être tombé dans une erreur pareille pour les Alpes du district d'Enneberg ou des environs de Saint-Cassian en Tyrol (voyez *Bull.*, v. IX, p. 187). Ce district est situé sur le revers méridional des Alpes centrales du Tyrol; Buchenstein et Saint-Cassian sont les localités ordinaires d'où proviennent les pétrifications en question. Les dépôts secondaires, si bien caractérisés dans le Vicentin, le Tyrol italien, et, en particulier, dans le val de Fassa, viennent, dans ce district, se terminer au S. des montagnes de schistes plus ou moins cristallins. Les Alpes de l'Enneberg renferment, il est vrai, des coquillages très divers, mais cela est tout simple, car on y voit superposés au grès bigarré le muschelkalk, et au moins le calcaire jurassique. Ces terrains, plus le néocomien et la craie (1) se recouvrent horizontalement ou en couches inclinées dans tout le Tyrol italien, au moins oriental, ainsi qu'en partie dans le Cadore. Maintenant le muschelkalk peut y présenter, et y offre réellement une ou deux espèces particulières, comme par exemple certain polypier du muschelkalk de Recoaro, certaine bivalve d'Enneberg. Il serait bien plus étonnant que des deux côtés des Alpes il n'y eût aucune différence paléontologique entre les muschelkalk allemand et italien. Le calcaire jurassique peut y contenir des pétrifications qui existent soit dans le lias, soit dans le calcaire jurassique d'Allemagne. Il n'y a rien de surprenant en cela pour qui connaît les Alpes; le lias pourrait même y exister en dépôt isolé; mais tout cela ne constitue pas un *mélange de fossiles*, une anomalie telle que celle qu'on pourait déduire de ce qu'avance M. Bronn.

Enfin, comme il est fréquent qu'une même localité ou même un espace de terrain très restreint présente deux ou même trois terrains caractérisés par des pétrifications d'époques très diverses, il faut se garder de prendre à la lettre les classements que des

(1) L'étude de ces deux terrains est capitale pour arriver enfin au classement rationnel de tant de montagnes calcaires des Alpes, tant septentrionales que méridionales; les caractères du terrain néocomien y pourront rendre bien des choses claires.

paléontologistes proposent pour de tels points du globe, d'après les fossiles d'une seule espèce de terrain, qui peut quelquefois n'y former qu'un point minime en comparaison des autres formations présentes. Ainsi, par exemple, M. de Verneuil classe les calcaires de Bleiberg en Carinthie dans les terrains siluriens (voy. *Bull*, v. VII, p. 172). Or, les couches fossilifères qui appartiennent vraiment à ce système ne font que paraître dans le fond d'un étroit vallon entouré et bordé de montagnes d'un calcaire surtout blanchâtre, de l'époque secondaire récente, et même peut-être, dit-on, crayeux. Dans ce cas, il faudrait donc spécifier de quel calcaire on parle, et non pas généraliser la conclusion paléontologique à toute cette localité.

Le Secrétaire communique la note ci jointe :

Note sur un gîte de spilite situé au-dessus du Villard d'Arène (*Hautes-Alpes*), par M. Scipion Gras.

En lisant le Mémoire que M. Coquand a publié dernièrement sur les calcaires métamorphiques, et qu'il a fait insérer dans le *Bulletin de la Société* (tome XII, p. 314), j'y ai remarqué une assertion inexacte relative à un gîte de spilite situé aux environs du Villard d'Arène. Je crois devoir relever cette inexactitude, parce qu'elle pourrait donner une idée fausse du gisement des roches spilitiques dans le Dauphiné. D'un autre côté, ce sera pour moi une occasion de signaler à l'attention des géologues ce même gîte qui m'a paru fort intéressant, et que j'ai étudié cette année avec beaucoup de soin. Vers la fin du premier paragraphe du Mémoire de M. Coquand (page 331 du *Bulletin*), on lit : « Là (au-» dessus du Villard d'Arène), le spilite s'est fait jour à travers les » schistes talqueux qui constituent le massif de l'Oisans ; dans son » voisinage, les schistes ont été remplis jusqu'à une certaine pro-» fondeur d'amygdales calcaires que l'on observe dans le porphyre » pyroxénique, et qui tendraient à les faire considérer comme un » véritable spilite, si leur structure feuilletée, leur composition » minéralogique et leur stratification ne dévoilaient leur origine. » A quelques mètres du centre d'éruption les talcschistes repren-» nent leurs caractères ordinaires, et se dépouillent du principe » accidentel dont nous avons signalé l'existence vers les points de » contact. » J'ai fait des observations assez étendues, et je puis dire assez minutieuses, aux environs du Villard d'Arène, pour

pouvoir affirmer que nulle part, dans cette partie des Alpes, le spilite n'a fait éruption au milieu des schistes talqueux, et que par conséquent il n'existe pas de talcschistes imprégnés d'amygdales calcaires par suite de son contact. Les schistes avec noyaux de carbonate de chaux que M. Coquand a signalés, et dont il a rencontré un grand nombre de blocs détachés entre le col du Lautaret et le Villard d'Arène, se voient en effet au-dessus de ce dernier village, mais ils n'appartiennent point au terrain talqueux; ils sont intercalés dans des couches argilo-calcaires à bélemnites qui forment la partie inférieure d'une montagne appelée les *Trois-Évêchés* (Cassini, n° 150). De plus, ces schistes ne sont pas voisins d'un gîte de spilite; mais, ce qui est bien différent, ils constituent ce gîte lui-même. C'est ce que l'on verra bientôt par les détails dans lesquels nous allons entrer. Je ne doute pas que M. Coquand ne l'eût reconnu lui-même, s'il s'était donné la peine d'observer en place les roches dont il s'agit.

La montagne des Trois-Évêchés domine au N. le village du Villard d'Arène. Sa base est formée entièrement de schistes argilo-calcaires extrêmement fissiles, de beaucoup supérieurs à ceux qui, près des Freaux, hameau de la Grave, reposent immédiatement sur le terrain talqueux. Ces schistes, ainsi que toutes les couches des environs, sont dirigés moyennement vers le N.-O., et ont une inclinaison en général considérable vers le S.-E. Trop tendres pour former des escarpements, ils présentent une surface arrondie et couverte de beaux pâturages qui s'étendent jusqu'au col du Lautaret. Si, après avoir franchi ces pâturages, on gravit la partie escarpée de la montagne qui se termine à l'O. par une arête à pente très roide, mais cependant praticable, on observe la succession suivante de couches : 1° des schistes argilo-calcaires plus solides et plus distinctement stratifiés que les schistes inférieurs; 2° des calcaires gris à cassure compacte, traversés par de nombreux filons spathiques, et alternant avec des schistes argilo-calcaires; 3° un banc de spilite vert foncé dont l'épaisseur assez variable peut être estimée moyennement à 3 mètres; il se prolonge à l'E. sur plus d'un kilomètre de longueur en conservant la même allure que les autres couches de la montagne; 4° des schistes argilo-calcaires de couleur foncée, semblables à ceux du n° 1; 5° un banc calcaire jaunâtre, cristallin, à structure massive, qui présente tous les caractères de la dolomie; au même niveau que ce banc dolomitique qui se distingue de loin par sa couleur, et en allant à l'E., on trouve du gypse que les habi-

tants du pays exploitent de temps en temps; 6° des schistes argilo-calcaires, et des calcaires gris, compactes, alternant ensemble comme ceux du n° 2; 7° enfin, une grande épaisseur de schistes argileux noirs de grès quarzeux, et de grès micacés, dont les strates peu épais et légèrement ondulés se répètent un grand nombre de fois. Cette assise de grès, la première de cette nature que l'on rencontre en venant de la Grave, constitue la partie la plus élevée de la montagne des Trois-Evêchés. En suivant son prolongement, on reconnaît qu'elle s'enfonce sous une longue série de couches, alternativement calcaires et arénacées qui renferment tous les gîtes d'anthracite du département des Hautes-Alpes. Pour revenir au banc de spilite, l'objet spécial de cette note, il est intercalé, comme nous l'avons dit, entre des schistes argilo-calcaires, à peu près au tiers de la hauteur totale de la montagne. En l'examinant de près, on reconnaît bientôt que sa structure est en partie massive et en partie schisteuse. Vers son extrémité O., le centre de ce banc m'a paru entièrement massif; les parties feuilletées sont celles qui avoisinent les schistes argilo-calcaires, et, abstraction faite de la différence de nature minéralogique, elles ont absolument le même aspect que ces derniers et sont aussi distinctement stratifiées. Du côté de l'E., le banc diminue un peu d'épaisseur, et devient presque entièrement schisteux. C'est au moins ce qu'indiquent les blocs roulés, épars au pied de l'escarpement. Le spilite à structure massive est composé d'une pâte d'aphanite de couleur violet obscur ou vert foncé, dans laquelle sont disséminés des noyaux de calcaire spathique, de la chlorite, de la stéatite, et quelquefois des grains d'épidote. On y remarque, en outre, presque toujours de petites plaques ou lamelles vertes finement écailleuses, et quelquefois asbestiformes, qui paraissent, en général, de nature talqueuse. Cette matière foliacée forme en s'étendant des lits minces qui tendent à donner à la roche une structure feuilletée; et quand ces feuillets sont abondants et continus, le spilite devient un vrai schiste qui renferme, comme l'aphanite compacte, des amygdales de chaux carbonatée et de chlorite. Le passage insensible de l'une de ces variétés à l'autre peut s'observer dans un grand nombre d'échantillons; j'en possède plusieurs qui sont en partie schisteux et en partie massifs. Cette structure feuilletée qu'affecte souvent le spilite du Villard d'Arène, et que l'on remarque dans la plupart des blocs roulés qui bordent la route du Lautaret, est ce qui a induit en erreur M. Coquand. Cet observateur, persuadé d'avance que le spilite était de forma-

tion plutonique, n'a pu considérer comme tel une roche entièrement schisteuse; il en a fait un talcschiste qui aurait été imprégné de carbonate de chaux. Le fait est cependant que c'est un vrai spilite n'ayant aucun rapport avec le talcschiste qui constitue le terrain talqueux de l'Oisans.

Ce n'est pas seulement près du Villard d'Arène qu'il existe du spilite feuilleté et stratifié; j'en ai observé dans d'autres localités, notamment à Aspres-les-Corps (Hautes-Alpes). Une pareille structure me paraissant, aussi bien qu'à M. Coquand, incompatible avec l'idée d'une masse minérale fluide, solidifiée par refroidissement, j'ai été conduit par cette raison et par d'autres, exposées ailleurs (1), à supposer que la roche dont il s'agit était d'origine métamorphique. Comme dans le Dauphiné, tous les gîtes spilitiques, sans exception, sont associés à des couches calcaires; j'ai pensé aussi que les noyaux de chaux carbonatée qui abondent quelquefois dans ces gîtes étaient les restes du terrain sur lequel l'action métamorphique avait eu lieu. Cette hypothèse est vraisemblable au moins pour les Alpes, mais rien n'indique *à priori* qu'elle doive être généralisée. On conçoit, en effet, que les éléments des noyaux empâtés peuvent, aussi bien que ceux de la pâte, provenir en partie des émanations plutoniques, causes de l'altération. Les cristaux de chaux carbonatée dont sont remplis certains basaltes démontrent assez que cette substance est dans certains cas de formation ignée. Il résulte de cette observation que pour décider si tel gîte de spilite est métamorphique ou plutonique, ce n'est pas à la composition minéralogique du terrain qu'il faut avoir égard, mais surtout aux circonstances du gisement. On doit considérer si de pareils gîtes présentent ou non des marques d'épanchement, si leur structure est toujours massive ou quelquefois schisteuse, s'ils constituent des filons, ou si, au contraire, ils sont subordonnés à un terrain de sédiment en offrant des indices de stratification parallèles à celles des couches adjacentes; il faut enfin les comparer à des roches dont le métamorphisme n'est pas douteux, afin de reconnaître l'analogie plus ou moins grande qui existe dans leurs manières d'être. Ces principes me paraissent applicables, non seulement au spilite, mais à plusieurs autres roches encore appelées plutoniques, telles que le porphyre, la serpentine, l'euphotide, dont le mode de formation ne peut plus aujourd'hui être conclu des seuls caractères minéralogiques.

---

(1) *Bulletin de la Société géologique*, t. II, p. 425.

Séance du 20 *décembre* 1841.

PRÉSIDENCE DE M. ANT. PASSY.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

De Valdan, capitaine d'état-major, présenté par MM. Boblaye et d'Archiac.

Meunier (Victor), rédacteur en chef de l'*Écho du Monde savant*, rue Jacob, n° 46, à Paris, présenté par MM. Rivière et H. Michelin.

Janicot, répétiteur de chimie à l'Ecole de Saint Étienne (Loire), présenté par MM. Eug. Martin et Clément Mullet.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont :

1° La carte géologique de la France, exécutée sous la direction de M. Brochant de Villiers, inspecteur général des mines, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, ingénieurs en chef des mines, commencée sous l'administration de M. Becquey, directeur général des ponts et chaussées et des mines, publiée en 1841, M. Teste étant ministre des travaux publics, M. Legrand, sous-secrétaire d'État au même département.

2° Une explication de la même carte, rédigée sous la direction de M. Brochant de Villiers, inspecteur général des mines, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, ingénieurs en chef des mines, et publiée en 1841 par ordre de M. Teste, ministre des travaux publics. T. Ier, in-4°, 825 pag. avec un tableau d'assemblage des six feuilles de la carte géologique. Imprimerie royale, 1841.

De la part de M. le capitaine Duperrey, sa *Notice sur la position des pôles magnétiques de la terre.* In-8°, 11 pages.

Paris, 1841. (Extrait du n° 414 du journal l'*Institut*.)

De la part de M. de Collegno, sa *Note sur les chances de succès du sondage de la place Dauphine à Bordeaux*. In-8°, 32 pages. Bordeaux, 1841.

De la part de M. Alc. d'Orbigny, la 34e livraison de sa *Paléontologie française*.

De la part de M. John Phillips, son ouvrage intitulé : *Figures and descriptions*, etc. (Description des fossiles paléozoïques des pays de Cornwall, Devon et Somerset.) In-8°, 230 pag., 60 pl. Londres, 1841.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Mémoires de l'Académie des sciences de Metz, années 1840-1841.

Transactions de la Société philosophique de Cambridge, vol. VII, part. 11.

Mémoires de l'Académie royale des sciences de Suède pour l'année 1839.

Rapport sur les progrès de la Technologie, présenté à l'Académie royale des sciences de Suède, au 31 mars 1839.

Rapport sur les progrès de la physique et de la chimie, présenté à l'Académie des sciences de Suède, par M. Berzélius, au 31 mars 1839.

Discours du président de l'Académie de Suède, pour l'année 1840.

Feuilles de correspondance de la Société d'agriculture de Wurtemberg, nos 1, 2, 3 de l'année 1841.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, nos 23 et 24.

Bulletin de la Société de géographie, n° 95.

Mémorial encyclopédique, n° de novembre 1841.

L'Institut, nos 415 et 416.

L'Athenæum, nos 737, 738.

The Mining Journal, nos 329, 330.

COMMUNICATIONS.

M. de Verneuil met sous les yeux de la Société le tableau des terrains de la Russie européenne, y compris le versant

oriental de l'Oural. Ce tableau a été établi d'après les observations qu'il a faites récemment avec MM. Murchison et de Keyserling; puis il donne quelques détails sur les caractères et l'étendue des formations qui y sont indiquées.

M. Bourjot, professeur d'histoire naturelle au collége Bourbon à Paris, communique à la Société une notice géognostique sur le département du Jura.

On y trouve des désignations de localités, des remarques sur la puissance des couches, laquelle est plus grande dans chaque formation, à mesure que l'on s'élève vers les plateaux supérieurs.

M. Bourjot remarque lui-même qu'il est bien peu avancé en géologie pratique pour émettre l'opinion suivante que nous devons néanmoins constater :

La grande formation jurassique est, dit-il, un banc marin déposé, selon sa projection actuelle et sans aucun soulèvement, par une masse aqueuse mue dans la direction de l'O. à l'E. et adossée à des contre-forts primordiaux; la forme en escaliers à quatre et même cinq plateaux n'a été produite que par le glissement sur les flancs des grandes vallées, et vers le plus bas de ce banc, des masses supérieures vers les inférieures. Ces glissements en masse, par suite du manque d'assiette des couches sur leurs argiles déplacées, ont amené les bouleversements anciens, modernes, récents et les sillons plus ou moins profonds qui ont creusé dans ce grand banc les vallées actuelles du Doubs, de l'Ain, de la Laugenette, etc.

M. Bourjot nous prie de constater, en outre, pour fixer l'antériorité de ses droits à une hypothèse encore à l'état d'ébauche, comme il se plaît à le dire, que dans une formation (celle du Jura proprement dit), les fossiles ont vécu pêle-mêle, et se sont rangés par pénétration dans la masse encore molle du sol, non en raison chronologique de formation, mais en raison de leur pesanteur spécifique propre ou augmentée par l'état spathique. Il entre dans des détails à ce sujet, en comparant les fossiles du lias, de l'étage moyen corallien et ceux du tablier (selon son expression) formé par le portland stone, et il ajoute que ces étages eux-mêmes sont dans l'or-

dre de pesanteur spécifique de leurs matériaux et non dans l'ordre chronologique. Quelque nouvelle et singulière que puisse paraître cette hypothèse, elle appartient à M Bourjot, qui se propose de la confirmer ou de la combattre lui-même par de nouvelles observations.

Après cette lecture, M. Rozet fait remarquer que l'inclinaison de certaines couches, attribuée par M. Bourjot à des enfoncements, est pour lui, comme au reste pour la plupart des géologues, le résultat de véritables soulèvements. Il n'y a plus, ajoute-t-il, de discussion possible à cet égard, et les observations géodésiques sont en cela parfaitement d'accord avec les déductions fournies par la géologie elle-même.

M. Dufrénoy, en offrant à la Société la carte géologique de la France et le premier volume du texte qui l'accompagne, expose en peu de mots la marche que M. de Beaumont et lui ont suivie dans l'exécution et la publication de ce grand travail.

Carte géologique générale de la France (1).

La carte géologique générale de la France a été commencée en 1825 par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont sous la direction de M. Brochant de Villiers, inspecteur général des mines, qui, enlevé récemment à la science, n'a pu voir complétement terminé un travail dont il avait présenté le plan il y a plus de trente ans.

On a adopté le tracé de la carte hydrographique publiée par l'administration des ponts et chaussées, à l'échelle de 1/500,000; on y a ajouté un relief spécial dans lequel on s'est attaché à combiner l'orographie du sol et les caractères pétrographiques de sa surface avec la petitesse de l'échelle. Les établissements métallurgiques, les principales exploitations de substances minérales ainsi que les usines qui s'y rattachent, et les limites des concessions, y sont indiqués au moyen de signes conventionnels.

Un système général de coloriation ne paraissant pas pouvoir être admis pour toutes les cartes, puisqu'il doit varier suivant l'étendue de la carte, les distinctions géologiques que son échelle

(1) Note du Secrétaire.

permet de tracer et la nature des terrains qui s'y trouvent compris, MM Dufrénoy et Élie de Beaumont n'ont employé qu'une seule couleur pour chacune des grandes divisions de terrains de la carte de France. Les sous-divisions, groupes ou étages sont indiqués, soit par une double teinte, soit par des rayures verticales, ou horizontales, soit par des points placés en surcharge sur ces teintes, ce qui permet de saisir au premier coup d'œil les rapports qui existent entre les diverses parties d'une même formation ou grande division de terrain. Des lettres ajoutées sur ces mêmes couleurs et sur leurs subdivisions sont destinées à prévenir les erreurs ou les méprises auxquelles leur altération pourrait donner lieu.

Cette carte est divisée en six feuilles, qui, réunies, forment un carré d'environ 2 mètres de côté.

Une réduction à l'échelle de 1/2,000,000, et qui occupe une surface 16 fois plus petite, est jointe au premier volume de l'*Explication*. On y a supprimé le relief, une partie des cours d'eau, les divisions administratives, un certain nombre de localités peu importantes, les signes des exploitations, des usines, etc.; mais toutes les limites géologiques y ont été conservées scrupuleusement, de manière que cette réduction, qui est en même temps le tableau d'assemblage des feuilles de la grande carte, offre encore, malgré la petitesse de son échelle, une représentation fidèle et presque complète de la disposition des masses minérales dont se compose le sol de la France. Elle suffit, en un mot, pour en faire connaître les rapports généraux et pour donner un premier aperçu de leur ensemble.

L'*Explication de la carte géologique de France* se compose de deux volumes dont le premier seul a paru. Nous eussions désiré pouvoir donner une analyse de la partie descriptive et spéciale de cet important travail; mais, contraint de nous renfermer dans un cadre fort étroit, nous nous bornerons à présenter ici un résumé succinct du chapitre Ier ou *Introduction*, ce qui, joint à quelques citations prises dans les endroits qui nous ont paru les plus propres à faire bien apprécier le but de ce grand ouvrage et l'esprit dans lequel il a été exécuté, suppléra autant qu'il dépend de nous à l'insuffisance de ce court aperçu.

Le chapitre Ier ou *Introduction* a été rédigé en commun par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont; les autres sont le résultat d'observations propres à chacun d'eux dans les contrées dont l'exploration leur avait été assignée (1).

---

(1) Une ligne tirée d'Honfleur sur Alençon, de là tournant au S.-E.

« L'ensemble des masses minérales dont le sol se compose, di-
» sent les auteurs au commencement de leur introduction, forme
» un édifice souterrain dont les différentes parties sont disposées
» avec méthode, et dont il est nécessaire de connaître la structure
» avec détail pour être à même d'apprécier exactement ce qu'il
» peut renfermer dans son intérieur, et même ce qu'il présente à
» sa surface.

» Le plan général de cette France souterraine est l'objet de la
» *carte géologique.* »

MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont s'attachent ensuite à démontrer d'une part les relations, et de l'autre les distinctions que l'on doit établir entre la géographie physique et la géologie; puis ils signalent les rapports nombreux qui existent entre les formes extérieures du sol et sa composition intérieure, leur influence sur le nombre, la disposition et l'étendue des cours d'eau qui sillonnent un pays, de même que sur les caractères des vallées que ceux-ci parcourent. Cette influence se manifeste également sur les produits de la végétation, sur le mode de culture ainsi que sur les mœurs et les coutumes des habitants.

Quant à la marche à suivre dans l'exécution de ce travail, on conçoit qu'il n'y avait pas à hésiter entre un examen de détail, et pour ainsi dire parcellaire ou cadastral du sol de la France, comme l'avait déjà entrepris Monnet soixante ans auparavant, et une étude sur une grande échelle, destinée à faire saisir de suite la position, la continuité et la relation des couches principales de ce même sol. Ce dernier mode d'investigation a donc été adopté pour établir, en quelque sorte, une grande triangulation géologique sur des bases solides, laissant à d'autres le soin de tracer et de remplir les triangles d'ordres inférieurs. L'explication de la carte a dû être aussi rédigée dans ce sens, et l'on s'y est plus occupé des caractères généraux des formations principales, que de chercher à en présenter une description minutieuse et complète.

Dans un coup d'œil jeté sur les divers essais faits en ce genre, depuis Coulon (1644) jusqu'à eux, MM. Dufrénoy et Élie de Beau-

---

vers Avallon et Châlons-sur-Saône, puis suivant le cours de la Saône et du Rhône jusqu'à la Méditerranée, avait été adoptée pour séparer les deux divisions; M. Élie de Beaumont a été chargé de visiter toute la partie du territoire français à l'E. de cette ligne. La partie occidentale a été confiée à M. Dufrénoy. Chacun d'eux a ensuite étendu ses observations dans l'autre subdivision, et des voyages faits ensemble par ces messieurs leur ont permis de coordonner et de relier entre elles toutes leurs observations de détail.

mont signalent particulièrement les travaux de Guettard et ceux de Monnet, les uns remarquables par l'élévation des idées, les autres par l'exactitude et la précision des détails. Mais ce ne fut réellement qu'en 1822 que l'*essai d'une carte géologique des Pays-Bas, de la France et de quelques contrées voisines*, dû aux recherches de MM. d'Omalius d'Halloy et Coquebert de Montbret, indiqua, d'une manière très satisfaisante pour l'époque, la composition et la disposition des terrains de cette partie de l'Europe occidentale.

La structure géologique de l'intérieur du royaume peut se résumer en peu de mots, si l'on remarque la disposition des zones qu'occupent les diverses assises du calcaire jurassique. Les bandes réunies de ce terrain forment comme une large écharpe qui traverse obliquement la partie centrale du royaume, des environs de Poitiers aux environs de Metz et de Longwy.

« Cette écharpe, continuent MM. Dufrénoy et Élie de Beau-
» mont, se recourbe d'une part vers le haut du côté de Mézières
» et d'Hirson, et de l'autre vers le bas du côté de Cahors et de
» Millhau ; mais en même temps il s'en détache deux branches,
» dont l'une se repliant au N.-O., se dirige sur Alençon et Caen,
» tandis que l'autre descendant au midi, suit d'abord la Saône et
» ensuite le Rhône, depuis Lyon jusqu'au-delà de Privas, et
» tourne autour des Cévennes jusqu'au-delà de Montpellier, pour
» aller rejoindre la première branche dans le département de
» l'Aveyron.

» Ces bandes recourbées projettent en outre dans différentes
» directions des appendices irréguliers ; mais ce qu'elles présen-
» tent de plus remarquable, c'est qu'en faisant abstraction de ces
» irrégularités, et en les réduisant par la pensée à leur plus simple
» expression, on voit ces bandes former deux espèces de boucles
» qui dessinent sur la surface de la France une figure qui approche
» de celle d'un *x* placé de côté (⨯) ; et même si l'on observe que
» la boucle inférieure est presque fermée et ne présente que des
» lacunes apparentes dues à des dépôts superficiels qui cachent le
» terrain jurassique, on pourra comparer la disposition de ces
» bandes à la forme générale d'un 8 ouvert par en haut. »

Mais si les deux boucles de cette figure ont une certaine ressemblance dans la forme, elles présentent une opposition complète dans la manière dont les couches jurassiques y sont disposées relativement aux masses minérales qui occupent les deux espaces qu'elles circonscrivent au N. et au S. En effet, la boucle inférieure ou méridionale entoure un massif proéminent, formé principalement de terrain granitique. C'est le massif de la France cen-

trale couronné par les roches volcaniques du Cantal, du Mont-Dore et du Mesenc. Ici la ceinture jurassique est moins élevée que l'espace qu'elle entoure.

La boucle supérieure ou septentrionale, au contraire, qui forme le contour d'un bassin dont Paris occupe le centre, est, en grande partie, plus élevée que le remplissage de ce bassin. L'intérieur en est occupé par une succession d'assises à peu près concentriques, « comparables à une série de vases semblables entre eux, qu'on fait entrer l'un dans l'autre pour occuper moins d'espace. »

« La différence la plus essentielle des deux boucles opposées de » notre 8, disent MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, est que » l'une recouvre et que l'autre supporte les masses minérales qui » occupent l'espace qu'elle entoure. La boucle inférieure et méri- » dionale est formée par des couches qui s'appuient sur le bord du » massif granitique qui leur sert de centre et, en quelque sorte. » de noyau; la boucle supérieure et la plus septentrionale est » formée, au contraire, par des couches qui s'enfoncent de toutes » parts sous un remplissage central auquel elles servent de « support. »

. . . . . .

« Les deux parties principales du sol de la France, le dôme de » l'Auvergne et le bassin de Paris, quoique circulaires l'une et » l'autre, présentent, comme on vient de le voir, des structures » diamétralement contraires. Dans chacune d'elles les parties sont » coordonnées à un centre; mais ce centre joue dans l'une et dans » l'autre un rôle complétement différent.

» Ces deux pôles de notre sol, s'ils ne sont pas situés aux deux » extrémités d'un même diamètre, exercent en revanche autour » d'eux des influences exactement contraires : l'un est creux et » attractif, l'autre est en relief et répulsif.

» Le pôle en creux vers lequel tout converge, c'est Paris, » centre de population et de civilisation. Le Cantal, placé vers le » centre de la partie méridionale, représente assez bien le pôle » saillant et répulsif. Tout semble fuir en divergeant de ce centre » élevé, qui ne reçoit du ciel qui le surmonte que la neige qui » le couvre pendant plusieurs mois de l'année. Il domine tout ce » qui l'entoure, et ses vallées divergentes versent les eaux dans » toutes les directions. Les routes s'en échappent en rayonnant » comme les rivières qui y prennent leurs sources. Il repousse » jusqu'à ses habitants, qui pendant une partie de l'année émi- » grent vers des climats moins sévères.

» L'un de nos deux pôles est devenu la capitale de la France

» et du monde civilisé, l'autre est resté un pays pauvre et presque » désert. Comme Athènes et Sparte dans la Grèce, l'un réunit » autour de lui la richesse de la nature, de l'industrie et de la » pensée ; l'autre, fier et sauvage, au milieu de son âpre cortége, » est resté le centre des vertus simples et antiques; et fécond malgré » sa pauvreté, il renouvelle sans cesse la population des plaines » par des essaims vigoureux et fortement empreints de notre an- » cien caractère national.

» La structure de la plus méridionale des deux parties du ter- » ritoire que nous venons d'opposer l'une à l'autre, se dessine » par des traits qui doivent frapper bien plus au premier abord » que ceux de la partie septentrionale, puisque ces traits sont les » montagnes les plus élevées de l'intérieur de la France. Cepen- » dant, lorsqu'on y regarde de plus près, la structure en forme » de bassin de la partie septentrionale se dessine de son côté » avec une netteté toute particulière, au moins dans sa partie » orientale. »

En effet, de ce côté on remarque une série de crêtes saillantes formées par les extrémités des couches les plus solides qui semblent tourner parallèlement les unes aux autres autour de Paris, qui est leur centre commun.

« Les rivières qui, comme l'Yonne, la Seine, la Marne, l'Aisne » et l'Oise, convergent vers le centre du bassin parisien, traver- » sent les crêtes successives dans des défilés que les révolutions » du globe ont ouverts pour elles. Ces mêmes crêtes forment les » lignes naturelles de défense de notre territoire, et les opérations » stratégiques de toutes les armées qui l'ont attaqué ou défendu s'y » sont toujours coordonnées par la force même des choses.

» Jamais cette vérité n'a été mise plus vivement en lumière » que dans la mémorable campagne de 1814. Sur la crête la plus » intérieure, formée par le terrain tertiaire, ou tout près d'elle, » se trouvent les champs de bataille de Montereau, de Nogent, » de Sézanne, de Vauchamps, de Montmirail, de Champaubert, » d'Épernay, de Craone, de Laon.

» Sur la deuxième, formée par la craie, se trouvent Troyes, » Brienne, Vitry-le-Français, Sainte-Menehould; là aussi se » trouve Valmy.

» La troisième crête, beaucoup moins prononcée et plus iné- » gale, présente cependant les défilés de l'Argonne.

» Près de la quatrième ligne saillante, qui déjà appartient au » terrain jurassique, se trouvent Bar-sur-Seine, Bar-sur-Aube, » Bar-le-Duc, Ligny.

» Près de la cinquième, qui est également jurassique, sont Châ-
» tillon-sur-Seine, Chaumont, Toul, Verdun.

» La sixième, déjà un peu excentrique, est formée par les
» coteaux élevés qui dominent Nancy et Metz, et qui s'étendent
» sans interruption depuis Langres jusqu'à Longwy, Montmédy
» et les environs de Mézières.

» Paris est placé au milieu de cette sextuple circonvallation op-
» posée aux incursions de l'Europe, et traversée par les vallées
» convergentes des rivières principales. »

MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont font voir ensuite que, dans plusieurs autres directions, la nature a également marqué des limites et des lignes de défense naturelles, et que là où ces dernières viennent à manquer, comme au N., on a depuis longtemps senti la nécessité d'y suppléer par des moyens artificiels, et l'on a garni d'une triple ligne de places fortes cette partie plus vulnérable de nos frontières.

« On voit donc, disent-ils encore plus loin, que l'emplacement
» de Paris avait été préparé par la nature, et que son rôle poli-
» tique n'est pour ainsi dire qu'une conséquence de sa position.
» Les principaux cours d'eau de la partie septentrionale de la
» France convergent vers la contrée qu'il occupe, d'une manière qui
» nous paraîtrait bizarre, si elle nous était moins utile et si nous
» y étions moins habitués. Enfin la nature, prodigue pour cette
» même partie de la France, l'a dotée d'un sol fertile et d'excel-
» lents matériaux de construction, etc..... »

Après avoir fait ressortir les diverses autres circonstances de la configuration du sol de la France, ces messieurs remarquent qu'elles se reproduisent, jusqu'à un certain point, dans l'Europe considérée en masse.

« L'Europe, disent-ils, de Moscou au Portugal, forme une
» grande pointe entre deux mers de caractères très différents.
» D'un côté, le vaste Océan, pittoresque sous d'autres climats,
» présente sur ses rivages européens, et particulièrement sur les
» bords de l'Europe continentale, un grand caractère de mono-
» tonie. Sa profondeur s'atténue par degrés en s'approchant des
» côtes, qui toutes sont bordées par des eaux peu profondes, et qui
» ne s'élevant qu'à de faibles hauteurs au-dessus de leur surface,
» n'offrent de pittoresque qu'un petit nombre de localités en mi-
» niature. Tel est surtout le caractère des côtes de France, de la
» Hollande, de l'Allemagne, depuis la Bidassoa jusqu'à l'Elbe.

» L'autre mer, la Méditerranée, mer de Virgile et d'Homère,
» quoique moins grande, quoique privée du mouvement des ma-

» rées, est bien plus poétique et bien plus pittoresque. Plus pro-
» fonde que ne l'est l'Océan dans le voisinage des côtes de l'Europe,
» bordée de bien plus près par de hautes chaînes de montagnes qui
» viennent de toutes parts se réfléchir dans ses eaux et accidenter
» ses rivages, la Méditerranée, découpée par des échancrures pro-
» fondes et par des pointes saillantes qui se prolongent au loin,
» présente des aspects éminemment variés qui contrastent forte-
» ment avec la monotonie de l'Océan.

» Placée entre ces deux mers, baignée par leurs eaux, formant
» entre elles une digue naturelle qui n'a été ouverte que par l'art
» de ses ingénieurs, la France participe par les formes de son ter-
» ritoire aux caractères opposés de leurs rivages. Plat, uni, mo-
» notone vers le N. et vers l'O., son sol s'élève et s'accidente en
» s'avançant vers le S. et vers l'E., c'est-à-dire en s'approchant des
» bords de la Méditerranée. »

. . . . . .

. . . . . .

« Une cause géologique aujourd'hui bien connue, la nouveauté
» comparative des soulèvements du S.-E. de la France opposée à
» l'ancienneté des soulèvements les plus apparents dans le N.-O.,
» détermine cette différence entre les caractères des deux extré-
» mités du royaume, etc..... »

MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont présentent ici un aperçu général de la structure de l'écorce terrestre et de la disposition relative des terrains qui la composent. Après avoir donné la définition des mots roche, terrains, etc., ils s'occupent successivement des terrains stratifiés et non stratifiés, du terrain d'alluvion, du terrain volcanique, des phénomènes qui ont accompagné l'arrivée au jour des roches non stratifiées, puis des vallées, des roches métamorphiques, des filons, et enfin passent aux principes sur lesquels sont fondées les divisions des terrains.

Trois considérations principales fournissent les moyens d'apprécier ces divisions naturelles par terrains; ce sont : 1° *la différence de stratification;* 2° *le retour périodique des couches de transport violent et de sédiment tranquille;* 3° *la nature des fossiles qu'on trouve disséminés au milieu des couches.*

Développant ensuite ces trois propositions, MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont en indiquent l'application et les conséquences. Ils groupent après, les terrains de sédiment en quatre classes, qui sont : 1° *terrains de transition* ou *terrains intermédiaires;* 2° *terrains secondaires;* 3° *terrains tertiaires;* 4° *terrains d'alluvion.*

« Les circonstances, disent-ils plus loin, qui conduisent à réunir,

» ainsi qu'on vient de le faire, les terrains en quatre groupes, ne » sont pas nettement tranchées comme celles qui établissent les » limites entre les formations superposées; elles présentent, au » contraire, une certaine gradation, surtout en ce qui tient aux » caractères minéralogiques. Ce qu'elles présentent de plus net se » rattache à la distribution des corps organisés dans les différentes » couches superposées. »

Après avoir rappelé les rapports déjà signalés entre les fossiles soit végétaux, soit animaux, et l'ancienneté des couches qui les renferment, MM. Dufrénoy et Élie de Baumont font remarquer que les zoologistes en se basant sur la distribution des espèces fossiles dans les terrains y ont établi cinq groupes au lieu de quatre, « discordance qui résulte principalement de ce que le terrain car- » bonifère, le grès rouge et le zechstein compris dans le plus an- » cien groupe zoologique sont au contraire exclus des terrains de » transition comme ne présentant pas aussi souvent que ceux » qu'ils précèdent ces passages à la texture cristalline auxquels » fait allusion la dénomination même du terrain de transition. » Mais cette discordance disparaît lorsqu'on passe à la division » des terrains sédimentaires dans les différentes formations qui se » distinguent par la discontinuité de la stratification. Les limites » des cinq groupes géologiques coïncident généralement, en effet, » avec celles des formations ainsi limitées. »

Les limites des subdivisions de chacune des quatre grandes classes de terrain, déterminées par les révolutions successives que le globe a éprouvées, sont indiquées dans le tableau ci-dessous, lequel, disent MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, rappelle à la fois la position relative des terrains, l'époque de l'arrivée au jour des différents systèmes de montagne, et la direction des couches de sédiment qui ont été relevées.

Tableau général des formations.

ORDRE.	SOUS-GROUPE de FORMATIONS.	NOMS DES FORMATIONS.
ALLUVIONS.	L'homme existe sur la surface du globe.	*Terrains d'alluvion*, volcans modernes éteints et brûlants : les grands volcans des Andes ont été soulevés pendant cette période.

ORDRE.	SOUS GROUPE de FORMATIONS.	NOMS DES FORMATIONS.
TERRAINS TERTIAIRES.	Les mammifères commencent à paraître à la partie inférieure de ce groupe, et deviennent très abondants vers son milieu.	SYSTÈME DE LA CHAÎNE PRINCIPALE DES ALPES, DIRECTION E. 16° N *Terrain tertiaire supérieur :* terrains subapennins, sables des landes, alluvions anciennes de la Bresse, tuf à ossements de l'Auvergne. Les éruptions de trachytes et de basaltes corespondent, en grande partie, à cette époque. SYSTÈME DES ALPES OCCIDENTALES, DIRECTION N. 26° E. à S. 26° O. *Terrains tertiaires moyens.* Falons de la Touraine. Calcaire d'eau douce avec meulières : contient beaucoup de lignites dans le Midi de la France et en Allemagne. Grès de Fontainebleau. SYSTÈME DES ÎLES DE CORSE ET DE SARDAIGNE, DIRECTION N. S. *Terrains tertiaires inférieurs.* Marnes avec gypse, ossements mammifères. Calcaire grossier, pierre de taille de Paris. Argile plastique, lignites du Soissonnais.
TERRAINS SECONDAIRES.	Terrains ou formations crétacées.	SYSTÈME DE LA CHAÎNE DES PYRÉNÉES ET DE CELLE DES APENNINS, DIRECTION E. 18° S. à O. 18° N. *Craie supérieure.* Couches avec silex. Couches sans silex. SYSTÈME DU MONT-VISO, DIRECTION N. N. O. à S. S. E. *Craie inférieure.* Craie tuffeau. Grès vert. Grès et sables ferrugineux, terrain néocomien, formation wealdienne.
	Terrains de calcaire du Jura. (Abondance considérable de sauriens. Calcaire oolithique.)	SYSTÈME DE LA CÔTE-D'OR, DIRECTION E. 40° N. à O. 40° S. *Étage supérieur.* Calcaire de Portland. Argile de Kimmerigde, argile de Honfleur *Étage moyen.* Oolithe d'Oxford, calcaire de Lisieux, coral-rag. Argile d'Oxford, argile de Dives.

ORDRE.	SOUS-GROUPE de FORMATIONS.		NOMS DES FORMATIONS.
TERRAINS SECONDAIRES.	Terrains de calcaire du Jura.	Abondance considérable de sauriens. — Calcaire oolithique.	*Étage inférieur.* Corn-brash et forest marble (calcaire à polypiers), grand oolithe (calcaire de Caen), fullers-earth (banc bleu de Caen), oolithe inférieure. Marnes et calcaires à bélemnites, marnes supérieures du lias, lignites dans les départements du Tarn et de la Lozère.
			Lias ou calcaire à gryphites. Calcaire à gryphées arquées. Grès du lias, ou infraliasique, dolomies.
			SYSTÈME DU THURINGERWALD (les serpentines du centre de la France appartiennent à ce système), DIRECTION O. 40° N. à E. 40° S.
	Tryas.		*Marnes irisées* avec amas de gypse et de sel. Exploitation de lignites en Alsace, en Lorraine et dans la Haute-Saône. *Muschelkalk.* *Grès bigarré.*
			SYSTÈME DU RHIN, DIRECTION N. 21° E. à S. 21° O.
			Grès des Vosges.
			SYSTÈME DES PAYS-BAS ET DU SUD DU PAYS DE GALLES, DIRECTION E. 5° S. à O. 5° N.
			Zechstein (calcaire magnésien des Anglais), schistes à poissons du Mansfeld, riches en cuivre. *Grès rouge :* contient des masses de porphyres et des rognons d'agate.
			SYSTÈME DU N. DE L'ANGLETTERRE, DIRECTION S. 5° E. à N. 5° O.
TERRAINS DE TRANSITION.	Ce groupe est caractérisé par la grande abondance de cryptogames vasculaires, et par l'absence presque complète des plantes dicotylédones; les animaux vertébrés n'y sont représentés que par quelques empreintes de poissons.		*Terrain houiller.* Grès, schistes avec couches de houille et fer carbonaté. Calcaire carbonifère, ou calcaire bleu, avec couches de houille.
			SYSTÈME DES BALLONS (VOSGES), ET DES COLLINES DU BOCAGE DE LA NORMANDIE, DIRECTION E. 15° S. à O. 15° N.
			Terrain de transition supérieur. Vieux grès rouge des Anglais. (Système devonien.) Anthracite de la Sarthe et des environs d'Angers.

ORDRE.	SOUS-GROUPE de FORMATIONS.	NOMS DES FORMATIONS.
TERRAINS DE TRANSITION.	Ce groupe est caractérisé par la grande abondance de cryptogames vasculaires, et par l'absence presque complète des plantes dicotylédones; les animaux vertébrés n'y sont représentés que par quelques empreintes de poissons.	*Terrain de transition moyen.* Calcaire des environs de Brest, calcaire de Dudley. Schistes (ardoises d'Angers). Grès quarzite, caradoc sandstone des Anglais. (Système silurien).
		SYSTÈME DU WESTMORELAND ET DU HUNDSRUCK, DIRECTION E. 25° N. à O. 25° S.
		Terrain de transition inférieur. Calcaire compacte esquilleux. Schiste argileux. (Système cambrien.)
	TERRAINS GRANITIQUES.	GRANITE formant la base principale de la croûte du globe.

« Les lacunes de ce tableau indiquent seulement les époques » principales de la venue au jour des roches cristallines, et non » celles de leur injection à l'état fluide ou pâteux, lesquelles sont » souvent très différentes. Ainsi, par exemple, les granites des » Pyrénées étaient solides depuis long-temps quand ils ont été » soulevés. »

Dans la description sommaire des roches qui vient ensuite, MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont n'ont point cru devoir s'assujettir aux classifications méthodiques publiées dans ces derniers temps, tant en France qu'à l'étranger; ils se sont bornés, comme on vient de le voir pour les terrains, à une terminologie simple qui n'est que le développement et pour ainsi dire le complément de celle de Werner, mise ainsi au niveau des progrès de la science.

Plus loin ils ont groupé les époques de l'intercallation des roches ignées dans les terrains de sédiment d'après leur ordre d'ancienneté, en allant des plus récentes vers les plus anciennes. Ce sont les basaltes, les trachytes, les mélaphyres, les trapps, les serpentines et les euphotides, les porphyres quarzifères, enfin les granites. Puis ils présentent le tableau des signes qui accompagnent les couleurs de la carte, et indiquent en terminant la division de l'ouvrage.

Nous reproduisons ici cette dernière partie de l'introduction qui pourra faire connaître à la fois le sujet de chacun des sept chapitres qui composent ce premier volume et ce que devra renfermer le second.

« Les massifs de roches anciennes, qui forment comme des îles » sur les contours desquelles se sont modelées nos grandes assises » sédimentaires, sont au nombre de cinq, savoir :

» 1° Les *montages anciennes du centre de la France*, comprenant » le Limousin, l'Auvergne, le Forez, le Vivarais et les Cévennes.

» 2° La *presqu'île de Bretagne*, qui s'étend géologiquement » d'Alençon à Brest, et comprend même le département de la » Manche, quoiqu'il fasse partie de la Normandie.

» 3° Le *massif des Ardennes*, qui donne son nom à l'un de nos » départements. Il est situé presque en entier hors du territoire de » la France actuelle; cependant, comme il sert d'appui vers » le N.-E. aux terrains qui remplissent le grand bassin du N. de » la France, nous devrons en donner une idée, et pour cela nous » lui avons consacré un chapitre spécial d'une étendue propor- » tionnée à son importance dans la charpente de l'Europe, plutôt » qu'à la faible partie du département des Ardennes dont il forme » le sol.

» 4° Les *Vosges*. La structure particulière des Vosges nous a » engagés à comprendre dans le chapitre consacré à la description » de ce groupe, non seulement les terrains granitiques et autres » terrains anciens qui forment les bases de ces montagnes, mais » encore les grès beaucoup plus modernes qui font partie de la » masse proéminente au pied de laquelle s'arrêtent de ce côté les » plaines de l'intérieur.

» 5° Enfin les *montagnes littorales du département du Var*. Ce » petit noyau montagneux, qui borde les rivages de la Méditer- » ranée entre Toulon et Antibes, se distingue à la fois par sa » composition et par son ancienneté. Ses flancs ont servi d'appui » à tous les terrains secondaires du S.-E. de la France.

» Nous consacrerons un chapitre particulier à chacun de ces » cinq groupes.

» Nous nous occuperons ensuite des *dépôts houillers*, qui, pour » la plupart, n'ont fait que remplir les anfractuosités des anciennes » proéminences de la charpente terrestre. »

Ici se termine le premier volume.

« Le dépôt complexe du grès bigarré, du muschelkalk et des » marnes irisées, désignés ensemble sous le nom de tryas, avec ses » gîtes de sel gemme et de gypse, dépôt qui dans l'ordre des temps

» a succédé (quoique non immédiatement) à celui du terrain » houiller, et qui trop souvent le dérobe à nos regards et à nos » recherches, sera l'objet du chapitre suivant.

» La description de notre grande *bande jurassique* succèdera à » celle du tryas.

» Elle sera suivie par celle des dépôts *crétacés* et *tertiaires* qui » forment le sol du grand bassin septentrional, et de ceux du même » genre qui ont rempli dans la Gascogne un bassin moins com- » plet, mais analogue à plusieurs égards, et qui ont couvert aussi » plusieurs parties du midi de la France.

» C'est alors seulement que nous passerons aux parties de notre » sol que leur position plus ou moins détachée et leur état plus » ou moins bouleversé nous ont fait placer par forme d'appendice » à la fin de l'ouvrage, savoir : la *Flandre*, la *Bresse*, les *Landes*, » les *Pyrénées*, la *plaine du Rhin*, les *collines de la Haute-Saône*, » le *Jura*, les *Alpes*, les *volcans éteints de la France centrale*.

» Les dépôts tout-à-fait superficiels, qui, pour la plupart, rem- » plissent seulement des fonds de vallées, le *diluvium alpin*, les » *alluvions modernes*, les *tourbes*, formeront encore l'objet d'un » autre appendice.

» Un dernier chapitre rendra compte des relations générales de » positions qui existent entre les formations géologiques qui re- » cèlent nos richesses minérales, et les emplacements des usines » dans lesquelles elles sont élaborées. »

M. Walferdin lit le Mémoire suivant :

Sur de nouvelles applications de divers procédés thermométriques.

« Avant, dit-il, de faire connaître à la Société les différents systèmes d'instruments dont je désire l'entretenir aujourd'hui, je crois devoir entrer dans quelques explications sur la construction du thermomètre et sur l'emploi de cet instrument, afin de signaler des difficultés qui, négligées très souvent, sont telles que la plupart des expériences de précision ne peuvent être admises qu'avec une extrême réserve, surtout lorsque les instruments dont on s'est servi n'ont pas été décrits minutieusement.

D'ailleurs les observations de température souterraine, sous-marine, celles qui se font dans les lacs, les rivières, les sources et les puits, dans les régions élevées de l'atmosphère, enfin la détermination qu'on regarde comme la plus facile à obtenir, et qui

présente pourtant le plus de difficultés réelles et le plus d'incertitude, celle de la température ambiante, ont une telle importance en géologie qu'on me pardonnera sans doute de donner quelques détails sur l'instrument dont on se sert aussi fréquemment, sans revenir toutefois sur les points qui sont aujourd'hui bien connus.

Défaut de cylindricité et calibrage des tubes. — Lorsqu'on s'occupe de recherches de quelque exactitude sur la détermination des températures, on doit renoncer à se servir non seulement de thermomètres à échelle rapportée, soit en métal, soit en toute autre matière, mais aussi de thermomètres à échelle gravée sur la tige même de l'instrument, qui indiquent, les unes et les autres, *directement* la température. En effet, cette dernière indication, lorsqu'elle est directe, laisse supposer l'emploi de tubes rigoureusement cylindriques; et le mode de fabrication des tiges thermométriques, consistant à étirer une masse de verre en fusion remplie d'air, masse qui, pour être amenée à la forme de tube, doit nécessairement s'allonger en cônes, oppose, par cela même, un obstacle insurmontable à la parfaite régularité des tiges.

On ne parvient à corriger avec succès ce défaut de cylindricité qu'en introduisant dans l'intérieur des tubes une petite colonne de mercure, que l'on fait courir sur toute leur longueur, et en marquant successivement l'espace que cette colonne occupe dans la tige, espace qui représente des volumes égaux; mais il faut, pour arriver à des résultats précis, recourir aux procédés les plus délicats afin d'éviter les erreurs que ne manque pas d'occasionner la réfraction du verre. Les espaces ainsi jaugés sont ensuite partagés, au moyen de la machine à diviser, en parties qui peuvent sans inconvénient être d'inégale longueur d'un point de jaugeage à l'autre, parce qu'elles sont d'égale capacité.

On obtient de la sorte une série de divisions gravées sur la tige même, qui forment ce qu'on appelle une échelle arbitraire, mais qui ne peuvent indiquer directement la température. Pour la connaître, il est nécessaire de recourir à des tables que l'on dresse à cet effet, en ayant soin de noter les parties où le calibrage a pu être exécuté d'une manière imparfaite, pour en faire l'objet d'une correction.

C'est de tiges ainsi divisées que je me sers pour la construction de mes thermomètres à *maxima* et à *minima*, et pour celle des instruments dont je vais parler.

Capacité, forme, épaisseur et compressibilité des réservoirs ou cuvettes thermométriques. — Dilatation du verre en raison de sa composition, etc. — On sait que la capacité des réservoirs ou cu-

vettes des thermomètres peut être proportionnée au diamètre intérieur des tiges, de sorte que l'instrument ait la marche qu'on se propose de lui donner.

Mais il n'est pas sans inconvénient d'adopter, dans certains cas, plutôt la forme sphérique que la forme cylindrique, ou en spirale; cette dernière, employée souvent de préférence à toute autre pour l'observation des températures ambiantes, est une des moins convenables.

Elle avait été adoptée parce qu'elle met une plus grande quantité du liquide thermométrique en contact avec le milieu ambiant, mais elle a en même temps l'inconvénient de présenter une plus grande surface de verre; et c'est surtout dans les instruments qui ont cette forme que l'on voit, aussitôt qu'ils sont exposés à un accroissement de température et avant qu'ils ne soient équilibrés, la colonne thermométrique descendre d'abord, au lieu de monter, par suite de l'augmentation de capacité du réservoir en raison de la dilatation du verre, et monter, au contraire, par suite de la contraction de ce dernier, dès qu'ils sont exposés à un décroissement de température.

La forme cylindrique, légèrement ovoïde à ses extrémités, me paraît être la plus convenable pour la plupart des observations; je la trouve même préférable à la forme sphérique, quelque avantage que présente d'ailleurs cette forme, parce que les réservoirs sphériques, dépassant ordinairement le diamètre des tiges, sont ainsi exposés à être brisés facilement. Elle permet de donner à la cuvette, en la prolongeant suffisamment, un diamètre égal à celui de la tige lors même que ce dernier n'excède pas 4 à 5 millimètres, et de vérifier avec facilité, surtout quand la cuvette a été soufflée sur la tige même au lieu d'y être soudée, si la bulle qu'on remarque toujours dans les thermomètres imparfaitement purgés d'air ne s'arrête pas au col de la cuvette. Enfin, lorsque l'instrument est exécuté par un artiste habile, il faut qu'il soit terminé, comme dans les fig. 1, 2. 3, 8 et 9, pl. I, par un anneau, dont la plus grande largeur ne dépasse pas non plus le diamètre de la tige et de la cuvette, afin de ménager ainsi un moyen de suspension facile, et de donner en même temps la possibilité de faire tourner l'instrument en fronde pour observer la température ambiante.

On a déterminé le coefficient de dilatation du verre, et l'on ramène ainsi la dilatation apparente du mercure dans le verre à sa dilatation absolue; mais on ne sait encore rien de précis sur les différences auxquelles peuvent donner lieu la trempe, le recuit, et la composition même du verre.

Quant à la compressibilité des réservoirs thermométriques et à leur épaisseur, j'ai déjà signalé dans un précédent Mémoire (1) les erreurs graves que les effets de pression peuvent occasionner.

Liquide thermométrique. — Le mercure, parfaitement pur, est le liquide thermométrique dont la dilatation se rapproche le plus de celle du thermomètre à air; il est d'ailleurs bon conducteur, et doit, à l'exception de quelques cas spéciaux, être préféré à l'alcool, dont la dilatation n'est régulière qu'aux basses températures.

Détermination des points fixes. — Déplacement du zéro. — On sait maintenant, sans en bien connaître la cause, qu'immédiatement après la construction du thermomètre à mercure, son zéro, c'est-à-dire le point qu'occupe sur la tige divisée le niveau du mercure à la glace fondante, se déplace d'une quantité souvent considérable, et qu'il monte. Ce déplacement a lieu malgré la précaution que prennent les bons constructeurs de *battre* le mercure pendant plusieurs jours après que l'instrument est terminé; et lors même que le thermomètre est construit depuis long-temps, soit par suite de changements brusques de température, soit par l'effet de la pression de l'atmosphère sur le réservoir, d'un changement dans l'état moléculaire du verre, ou de toute autre cause, le zéro se déplace encore très fréquemment.

Enfin, lorsque l'instrument a été soumis à la température de l'eau bouillante, ou à des températures supérieures, on a reconnu, et j'ai remarqué moi-même, après une suite d'expériences faites sur un grand nombre de thermomètres construits à des époques fort éloignées, que le zéro s'abaissait, et qu'il remontait ensuite.

Aussi est-il indispensable de vérifier la division correspondante au zéro, avant de se livrer à des observations que l'on veut faire avec soin.

Il ne suffit pas pour cela de plonger la cuvette du thermomètre dans la glace pilée, la plus pure, entrant en fusion, ou dans la neige fondante; il faut que l'instrument y soit immergé, pendant un temps suffisant, jusqu'au niveau du mercure dans la tige, et que le vase qu'on emploie soit percé de trous à sa partie inférieure, afin que l'eau provenant de la fusion de la glace ou de la neige puisse s'écouler librement.

Le vase le plus simple, et en même temps le plus convenable pour cet usage, est un cylindre en bois que l'on trouve facilement dans les villages, et qui se vend comme égrugeoir.

La détermination du point d'ébullition de l'eau présente plus

(1) *Bulletin de la Société géologique*, t. XI, p. 83.

de difficultés. Ce n'est pas, comme on le fait ordinairement, dans l'eau distillée en ébullition que le réservoir du thermomètre doit être placé, mais au-dessus de sa surface, dans la zone où se forme la vapeur qui doit envelopper non seulement la cuvette, mais aussi la tige de l'instrument jusqu'au niveau du mercure.

La pression de 760 millimètres à 0, aujourd'hui généralement adoptée en France pour y rapporter celle qu'on a observée lorsque l'ébullition a eu lieu, est d'un avantage incontestable, bien que ce chiffre ne corresponde point partout au niveau de la mer, ainsi qu'on le supposait lorsqu'il a été adopté comme pression normale.

Depuis que Rudberg a reconnu que la température de la vapeur de l'eau bouillante dans un vase de verre est exactement la même que celle de la vapeur de l'eau qui bout dans un vase métallique, on peut employer pour cette expérience délicate un matras en verre, à tubulure assez large pour laisser échapper librement le courant de vapeur et d'une longueur suffisante pour contenir la tige de l'instrument jusqu'au niveau du mercure, en ayant soin de garantir cette tubulure du refroidissement extérieur et de veiller à ce que l'instrument ne touche ses parois en aucun point.

Mais la nécessité de placer en entier la tige du thermomètre dans un courant de vapeur ne permet pas, comme on le pense bien, de donner à l'instrument une grande longueur, parce qu'à une certaine distance de son point de départ la vapeur ne conserverait plus la même température, malgré son renouvellement continu.

Il est donc indispensable qu'un thermomètre étalon, construit avec soin, n'ait, à partir de la température de la glace fondante jusqu'à celle de l'eau bouillante, qu'une longueur très limitée, qui ne doit pas excéder 3 à 4 décimètres.

Il en résulte que l'instrument est nécessairement à courte marche, et que la valeur du degré n'occupe ainsi que très peu d'espace sur la tige.

On peut cependant, lorsqu'il est destiné à des observations de température ambiante, ne lui donner que 50° environ de portée, et, dans ce cas, sa marche est doublée. Mais lorsqu'on veut se livrer à des expériences de précision qui réclament l'emploi de thermomètres plus sensibles, et pour lesquels la valeur d'un degré centésimal corresponde à un plus grand nombre de divisions, au lieu de donner à ces instrument une longueur qui les rendrait impropres à servir dans la plupart des expériences, on

est aujourd'hui obligé de recourir à ce qu'on appelle un *jeu* de thermomètres; on donne, par exemple, à chacun d'eux la valeur de 15 degrés de course. Ainsi, l'un commence

de. . . . . 0 à 15°
l'autre reprend de. . . . 15 à 30
un autre de. . . . . 30 à 45, etc.

et pour obtenir le jeu d'instruments qui indiquent toutes les températures que le mercure peut supporter jusqu'à son ébullition, il ne faut pas moins de 20 à 25 thermomètres.

La difficulté qu'il y a à les établir, dans leur ensemble, avec les mêmes proportions, et à leur donner des portées et des marches qui les rendent réellement comparables, est telle que peu d'artistes parviennent à exécuter convenablement ce jeu d'instruments qui serait d'ailleurs d'un prix fort élevé.

On conçoit, d'un autre côté, que le maniement de ces instruments et leur transport présentent des inconvénients réels.

C'est pour obvier à ces inconvénients que j'ai cherché à exécuter un thermomètre à mercure qui pût remplacer à lui seul le jeu d'instruments dont je viens de parler, en conservant autant de sensibilité que chacun d'eux, et sans que sa longueur dépassât celle d'un thermomètre ordinaire.

Thermomètre métastatique à mercure.

Cet instrument est construit de telle sorte qu'on peut changer *à volonté* le niveau du mercure, et constituer ainsi, suivant le besoin, un nouveau thermomètre pour les températures voisines de chacune de celles qu'on veut déterminer avec précision. C'est à cause de la faculté qu'a le niveau du mercure d'être ainsi déplacé que j'ai désigné ce thermomètre différentiel sous le nom de thermomètre *métastatique* (de μεθ-ἵστημι, *changer, déplacer, ôter, faire passer*).

Pour le construire, on emploie un tube très capillaire, dont les défauts de cylindricité ont été corrigés d'après les procédés que j'ai indiqués.

A l'une de ses extrémités est adaptée, comme dans le thermomètre ordinaire à mercure, une cuvette ou réservoir de dimension telle que la tige étant de 25 à 30 centimètres de longueur, le nombre de divisions dont se compose son échelle arbitraire corresponde à 15° environ de parcours.

L'extrémité supérieure de la tige est terminée (*voir* planche Ire, page 124, fig. 1, 2 et 3) par une chambre en forme de cône ren-

versé dont le sommet est très effilé. La disposition de ce cône et le prolongement effilé de son sommet ont pour but de donner la possibilité de maintenir suspendue verticalement, comme on le voit dans la figure 2, une certaine quantité de mercure qu'on sépare à volonté de celui qui est contenu dans la tige et dans la cuvette. Pour y parvenir, on élève la température jusqu'à ce que le mercure monte dans la chambre supérieure (fig. 3); et lorsque l'instrument a été exposé à une température approchée de celle qu'on veut observer avec précision, on lui donne, en l'inclinant, et en frappant sur le doigt, une légère secousse, de manière à déterminer une solution de continuité dans le haut de la colonne de mercure, et à en détacher une partie qui reste suspendue dans le prolongement effilé de la chambre (fig. 2), lorsque la température s'abaisse.

On place ensuite l'instrument dans deux milieux de comparaison; on établit cette comparaison vers les points extrêmes de son échelle avec un thermomètre étalon, et l'on connaît ainsi le nombre de parties, ou divisions de l'échelle arbitraire correspondantes à la valeur d'un degré centigrade.

Le thermomètre métastatique se trouve alors réglé, et peut servir à déterminer avec rigueur les températures comprises dans les limites de sa nouvelle échelle, sans que le mercure mis en réserve dans la chambre soit exposé à retomber.

Lorsque ensuite on veut ramener l'instrument à son état normal, soit pour s'en servir à cet état, soit pour l'employer à d'autres températures, on fait rentrer dans le tube le mercure qu'on avait déplacé. Il suffit, pour cela, d'élever la température jusqu'à ce que le mercure de la tige soit en communication avec celui qui est retenu dans la chambre (fig. 2); et, quand cette réunion a eu lieu (fig. 3), on laisse la température s'abaisser lentement afin que la colonne de mercure reprenne la place qu'elle occupait auparavant dans la tige (fig. 1).

Rien de plus facile, comme on le voit, que la manœuvre de cet instrument, puisqu'il est toujours possible d'augmenter ou de diminuer à volonté la quantité de mercure à faire passer dans la chambre conique, et par conséquent de le régler à telle température qu'on juge à propos de lui donner pour point de départ.

Quant à la comparaison du thermomètre métastatique avec le thermomètre étalon, elle se fait avec d'autant plus de précision que la condition la plus essentielle pour obtenir de bonnes comparaisons, la parfaite identité des réservoirs, est ici facile à remplir; car les deux instruments, quoique de marche très différente, peuvent avoir leur cuvette de forme et de capacité ri-

goureusement identiques, le tube du premier étant très capillaire afin de n'avoir que 15° environ de parcours, et celui du second étant au contraire d'un diamètre intérieur assez large pour indiquer sur la même longueur plus de 100°.

On voit, d'après ce qui précède, comment *un seul* des instruments qui viennent d'être décrits peut remplacer le jeu de thermomètres à grande marche auquel on est obligé de recourir lorsqu'on cherche à apprécier de faibles différences de température, et comment, en déplaçant le niveau du mercure, on parvient à constituer un instrument nouveau pour chacune des différentes températures qu'on veut prendre pour point de départ. Il permet d'observer, *à la lecture directe,* des différences équivalentes à la centième partie d'un degré centigrade, et conserve autant de sensibilité dans tous les cas où on l'emploie, c'est-à-dire à toutes les températures que le mercure est susceptible d'indiquer.

Il est plus rare qu'on ne le pense communément qu'un thermomètre à mercure soit parfaitement purgé d'air; et, dans les thermomètres ordinaires, il est souvent impossible de faire passer, de la cuvette dans la partie supérieure de la tige, la bulle d'air que presque toujours ils renferment; dans le thermomètre métastatique, au contraire, rien de plus facile que d'envoyer cette bulle dans la chambre conique qui le termine. Enfin les erreurs qu'occasionne la parallaxe, erreurs qui, dans les thermomètres à courte marche, peuvent s'élever jusqu'à un degré centigrade, deviennent, s'il arrive qu'on ne parvienne pas à les éviter, sans importance, en raison de la grande marche du thermomètre métastatique.

On conçoit quels avantages on peut tirer de l'emploi de cet instrument tant pour les expériences usuelles que pour les observations précises de laboratoire et de cabinet, et pour celles auxquelles le manque d'instruments convenables nous force si souvent de renoncer dans les voyages.

Thermomètres métastatiques à alcool.

Je me sers, pour les recherches de précision où il peut être important de constater de plus faibles variations de température, d'un instrument qui accuse des différences encore moindres que celles que le thermomètre métastatique à mercure donne le moyen d'observer.

Pour donner à cet instrument une sensibilité suffisante, sans que le volume de sa cuvette dépasse celui du réservoir du thermomètre ordinaire dont le diamètre est le plus petit, et sans que sa longueur

excède 2 à 3 décimètres, j'emploie un tube d'une capillarité telle, que lorsqu'on a soufflé, à l'une de ses extrémités, la cuvette, ou réservoir destiné à contenir le liquide thermométrique, le mercure, qu'on chercherait à y faire entrer par les procédés ordinaires, n'y descend pas; mais l'alcool, en mouillant les parois intérieures de ce tube, peut s'y introduire, et remplir la cuvette et la tige. Les parois de la tige, ainsi mouillées par l'alcool, permettent alors à une petite bulle de mercure d'y pénétrer, et c'est cette petite bulle qui sert d'index. On l'aperçoit à la 405e division de l'échelle arbitraire de l'instrument figuré sous le n° 4.

Cet instrument est terminé à sa partie supérieure par une petite panse latérale, destinée à retenir la bulle de mercure qui retombe, quand on le veut, dans l'orifice de la tige.

On conçoit qu'une fois engagée dans la tige, la bulle y descend ou y monte par l'effet de la contraction ou de la dilatation qu'éprouve l'alcool renfermé dans la cuvette, et qu'elle s'y meut avec rapidité à la moindre variation de température.

En donnant au réservoir cylindrique du thermomètre métastatique à alcool 4 à 5 millimètres de diamètre sur 8 à 10, on obtient des instruments qui, n'ayant que 2 à 3 décimètres de longueur, permettent d'observer la millième partie d'un degré centésimal, comme correspondante à la valeur de chaque division qu'il est facile de sous-diviser encore à l'œil nu, et sans recourir à l'emploi du cathétomètre ou même d'une loupe disposée de manière à corriger les effets de parallaxe.

Un seul de ces instruments, convenablement réglé, peut, comme le montre celui que je mets sous les yeux de la Société, indiquer les plus faibles différences à toutes les températures que supporte l'alcool, puisqu'on est toujours maître de placer la bulle de mercure dans la tige à la température qu'on adopte pour point de départ; cet instrument, dont le parcours, pour toute la longueur de son échelle, équivaut à moins d'un degré centigrade, remplace donc, à lui seul, la série de thermomètres à grande marche nécessaires pour observer avec précision à ces différentes températures; et, comme la dilatation de l'alcool est bien plus considérable que celle du mercure, la capacité du réservoir peut être sensiblement plus petite que celle du réservoir du thermomètre à mercure dont le tube serait le plus capillaire.

La cuvette du thermomètre métastatique à alcool peut ainsi n'avoir qu'une très petite masse, condition essentielle pour n'enlever aux milieux qu'il s'agit d'étudier que le moins de chaleur possible.

Voici comment je règle cet instrument pour l'observation de la température propre aux animaux, et, par exemple, pour la détermination des faibles différences que j'ai observées dans la température humaine.

Sachant à l'avance qu'elle est voisine de 37°, je place le thermomètre métastatique à alcool, avec un thermomètre étalon à mercure, dans un milieu de comparaison de 37°,50 environ, la bulle étant retenue dans la petite panse latérale.

Je projette ensuite cette bulle de la panse au col de la chambre de sorte qu'elle s'engage dans la tige aussitôt que la température de ce milieu commence à s'abaisser; je note alors le point de l'échelle arbitraire du thermomètre métastatique où elle se tient en équilibre à la température indiquée par le thermomètre étalon plongé dans le même milieu, soit au chiffre 70, c'est-à-dire à la 700e division du thermomètre métastatique n° 4, lorsque l'étalon accuse 37°,40.

L'instrument étant mis *en expérience*, j'observe le point où la bulle se maintient stationnaire à la température cherchée; par exemple, à la 405e division; puis, la température du milieu qui a servi de comparaison en premier lieu, s'étant abaissée au-dessous de celle à laquelle la bulle était stationnaire pendant l'expérience, à 36°,40, par exemple, je plonge de nouveau dans ce milieu le thermomètre métastatique avec son étalon; la bulle descend alors vers la partie inférieure de la tige, soit au zéro qui se trouve ainsi correspondre à 36°,40; et je déduis ensuite des deux comparaisons ainsi faites aux points extrêmes de la tige du thermomètre métastatique, la valeur du degré en divisions de son échelle arbitraire. Dans l'exemple que j'ai choisi, le degré vaudrait 700 parties, puisque dans le milieu de 37°,40 qui a servi pour la première comparaison, la bulle se trouvait à la 700e division du thermomètre métastatique, et que, dans celui de 36°,40, elle était à 0; j'ajoute donc à l'indication de la température de comparaison de 36°,40, celle de la température correspondante à la valeur de 405 divisions qui, calculée à raison de 700 divisions pour un degré, égale 0°,578, et je trouve ainsi que la température observée dans l'expérience est de 36°,40 + 0°,578 ou 36°,978.

Il est à remarquer que l'irrégularité de la dilatation de l'alcool devient ici sans importance, parce que, d'une part, l'instrument n'a qu'un seul degré de parcours, et que, de l'autre, il a été réglé à une température peu éloignée de celle d'observation. Ainsi la correction qui, dans un thermomètre ordinaire à alcool, serait à faire pour les différences dans la dilatation de ce liquide jusqu'à

la température de comparaison, se trouve complétement écartée, puisque cette dernière température est indiquée par le thermomètre à mercure.

On voit que ce thermomètre différentiel peut servir aux expériences les plus diverses et les plus délicates (1).

Il remplace le thermomètre différentiel de Leslie, le thermoscope de Rumford, et l'appareil thermo-électrique dans un grand nombre de cas où leur application présente de l'incertitude ou des difficultés.

La forme du réservoir du thermomètre métastatique peut en outre être modifiée de manière à permettre d'étudier différentiellement la *conducibilité* spécifique des corps, et à en donner la mesure approchée.

Je vais indiquer quelques unes de celles que je lui ai données pour diverses applications.

Si, en employant des tubes un peu moins capillaires que celui qui a servi pour construire l'instrument nº 4, on dispose la cuvette du thermomètre métastatique à alcool de manière qu'elle ait la forme représentée par la figure 5, il devient spécialement propre à indiquer les différences de température des surfaces planes, des lames minces, etc., et à remplacer, par un procédé plus simple et tout-à-fait pratique, les appareils que Fourrier a employés dans ces sortes d'expériences, et qu'il a désignés sous le nom de *thermomètre* et de *thermoscope de contact*.

La forme que reproduit la figure nº 6 permet de s'en servir comme d'un récipient thermométrique au moyen duquel il est possible de déterminer, par un procédé nouveau, la capacité calorifique des corps, que l'on réduit en poudre d'après la méthode employée par Dulong. On peut les placer ainsi dans l'intérieur même du thermomètre, qui donne aussi le moyen d'apprécier les moindres variations de température que les liquides versés

---

(1) C'est au moyen d'un de ces instruments employé dans les expériences de comparaison nécessaires pour connaître les résultats obtenus avec mes thermomètres *à maxima*, que, six mois avant le jaillissement du puits de Grenelle, nous sommes parvenus, M. Arago et moi, à indiquer la température du sol à 505 mètres de profondeur avec une précision telle, que l'eau venant de 548 mètres a, depuis, confirmé cette expérience au centième de degré près, et a servi de preuve rigoureuse à l'indication que nous avions annoncée, d'après l'observation faite à 505 mètres, d'un accroissement de température d'un degré centigrade par 32 mètres de profondeur.

dans son récipient éprouvent par suite de combinaison, de mélange, d'évaporation, de cristallisation, etc.

Enfin, on voit, par la figure 7, que la forme de la cuvette peut être disposée de manière que sa surface se trouve, sur une plus grande étendue qu'au moyen de tout autre thermomètre, en contact immédiat avec les tiges cylindriques, avec celle du baromètre, par exemple, de manière qu'elle embrasse plus de la moitié de la circonférence de ces tiges.

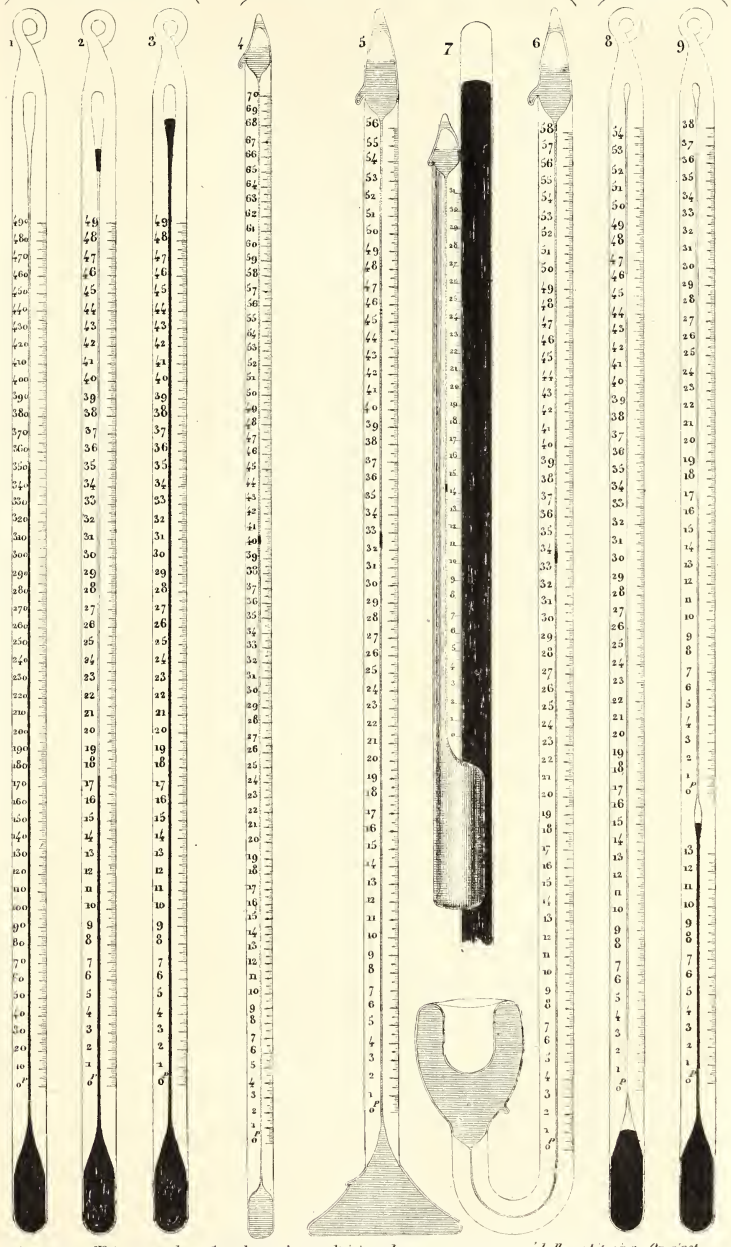
Je terminerai par une remarque que j'ai déjà indiquée, et qui s'applique à la plupart des instruments thermométriques aujourd'hui en usage : c'est que tout instrument à échelle rapportée, dont le tube est, par cela même, supposé cylindrique, doit nécessairement être exclu des observations où l'on aspire à quelque exactitude. On conçoit, en effet, qu'indépendamment des inconvénients que j'ai signalés, et des différences dans la dilatation de la matière avec laquelle l'échelle est formée, la manière dont celle-ci est adaptée à la tige donne lieu à des déplacements qui varient suivant la nature des expériences, et, pour n'en citer qu'un exemple, qui ne permettent presque jamais de tirer une conséquence rigoureuse des rapprochements qu'il serait si utile de faire aujourd'hui avec les instruments d'ancienne construction, dont l'échelle se trouve ordinairement indiquée sur une monture rapportée.

Ce n'est, comme je crois l'avoir suffisamment démontré, qu'au moyen d'échelles arbitraires, gravées sur la tige même de l'instrument, et dont la parfaite régularité ne peut être obtenue que par suite d'opérations fort minutieuses et d'une difficulté réelle, qu'on arrive à des résultats précis. Mais lorsqu'on a la certitude que ces difficultés ont été surmontées dans la construction d'un thermomètre à échelle arbitraire, et lorsqu'on se décide à employer des instruments gradués d'après ce système, il faut renoncer à l'habitude qu'on a contractée de lire immédiatement l'indication de la température sur l'instrument que l'on consulte, et cette pratique est trop commode pour que l'esprit de routine ne s'oppose pas long-temps encore à l'adoption définitive de procédés moins imparfaits. »

M. Walferdin donne ensuite des détails sur les thermomètres, fig. 8 et 9, qu'il applique à la mesure des hauteurs; ces détails seront reproduits dans un des prochains cahiers du *Bulletin*.

Thermomètres différentiels proposés par Mr Walferdin.

Thr.tre Métastatique à mercure. Thermomètres Métastatiques à alcool. Thermomètre Hypsométrique.



l'Instrument N° 1, porte le nombre de parties ou divisions dont se compose son échelle arbitraire; On s'est borné à indiquer, pour les autres instruments, le Chiffre représentant les dizaines &c.

Lith. Imp. à Paris

BRITISH MUSEUM
G S D
NATURAL HISTORY

M. Leblanc communique la note suivante :

Note sur les traces de glaciers anciens situés au mont Cenis, et sur le Mémoire de M. de Charpentier, intitulé : *Essai sur les glaciers et le terrain erratique du bassin du Rhône* (1).

Au moment de lire les observations que je viens de faire sur l'existence d'anciens glaciers au mont Cenis, j'ai désiré appeler l'attention de la Société sur un travail qui, lorsqu'il sera connu, fera écouter avec plus de bienveillance les études relatives à cet ordre de phénomènes. Le travail dont je veux parler est celui que vient de publier, en 1841, M. de Charpentier sur la vallée du Rhône, travail qui a vivement excité l'intérêt au dernier congrès scientifique à Florence.

Ce qui m'a le plus surpris en le lisant, c'est que la cause qu'il indique au phénomène des glaciers anciens n'ait pas été entrevue jusqu'à présent, quoiqu'elle corresponde à un fait qui aurait dû provoquer au moins les investigations théoriques des physiciens et des géologues. En effet, en admettant la théorie des soulèvements, en admettant les fentes larges, nombreuses et profondes, ainsi que les éjections de matières incandescentes qui les accompagnent, ne devait-on pas se demander ce qui avait dû arriver quand l'eau des fleuves, et celle des lacs et des mers, s'étaient précipitées sur la surface de ces fentes chaudes dans leur profondeur ; quelle perturbation énorme avaient dû éprouver les climats de la terre par l'introduction subite d'une quantité de vapeur d'eau hors de proportion avec celle qui y était antérieurement contenue? C'est cette question que M. de Charpentier a été conduit à examiner, et dont l'étendue lui a fait trouver la cause du plus inexplicable des faits étudiés par la géologie moderne.

Je demande à la Société la permission de lire le chapitre de M. de Charpentier, page 311, sur la cause des glaciers diluviens. Cela suffira, je pense, pour attirer l'attention des géologues sur cet ouvrage, si plein de faits curieux, consciencieusement étudiés, et, il faut le dire, encore si peu connus de ceux qui n'ont pas suivi cette question des glaciers, et qui n'ont pas eu l'avantage de pouvoir en vérifier les détails dans les hautes montagnes.

---

(1) Lausanne, imprimerie de Marc Duclos, 1841.

Sur les traces de glaciers anciens au mont Cenis, par M. Leblanc.

(Consulter la carte topographique du mont Cenis par le cap. Raymond, échelle de $\frac{1}{50,000}$.)

Quand on suit la belle route du mont Cenis, en allant de Suse à Modane, après avoir passé le petit village de Bard, on aperçoit à l'E., au fond de la vallée, le village de la Ferrière, dont les maisons sont comme perdues au milieu d'une traînée de blocs aussi gros qu'elles. Si l'on fait attention à la position de ces blocs, on remarque qu'il n'y en a pas immédiatement au pied du talus qu'on a à sa droite (*voir* le profil page 147, pl. II, fig. 1), mais qu'ils forment entre le ravin du Combartier et le ruisseau de la Cenise une ligne isolée de 2,000 mètres de longueur environ, qui est indiquée comme mouvement de terrain sur la carte du capitaine Raymond. Si l'on porte ses regards sur les rochers de gneiss qui bordent la route à l'O., on les voit couverts de surfaces arrondies et polies dont les ondulations suivent une direction à peu près parallèle au flanc de la vallée ; elles sont très développées pendant un quart de lieue. On en voit encore des traces en-deçà et au-delà sur ces ondulations, dont le poli n'est pas aussi beau que celui des roches calcaires du Jura, près de Neuchâtel ; on remarque dans le même sens des restes de stries fines, et enfin, suivant les lignes de pente du flanc de la vallée, les traces de quelques ruisseaux qui n'existent plus.

Si l'on est habitué à observer les phénomènes des glaciers, on reconnaît immédiatement les roches polies et striées produites par leur mouvement propre, et les traces de ruisseaux (carren-felder) provenant de la fonte des glaces.

Examinant alors l'ensemble de la position, on reconnaît dans la ligne de blocs de la Ferrière la moraine du glacier qui a produit les roches polies, et dans la plaine de 2 lieues de long sur 1/2 lieue de large, qui forme le col du mont Cenis, le réservoir qui alimentait ce glacier, réservoir entretenu lui-même par des glaciers venant des hautes montagnes qui l'entourent, tels que la roche Michel, la roche de Ronche, le petit mont Cenis, etc. L'espèce de barre qui termine le col, au-dessus de la Ferrière, explique pourquoi le glacier s'est jeté à l'O., et n'a pas suivi le fond de la vallée.

Le passage du mont Cenis est à l'altitude de 2,066 mètres au-dessus du niveau de la mer, 500 mètres au-dessous de la limite

des neiges perpétuelles; sa température moyenne est probablement de 2° 3/4; la roche Michel, une des montagnes voisines, dont l'altitude est de 3,492 mètres, contient un petit glacier; le village de la Ferrière est à l'altitude 1,450. La température moyenne au mont Cenis, réduite à ce qu'elle serait au niveau de la mer, est de 13° environ; si cette température était seulement réduite de 1/3, c'est-à-dire baissait à 8°, celle du passage du mont Cenis serait réduite à —2°, et il pourrait devenir encore un vaste réservoir de glace capable d'alimenter un glacier descendant à la Ferrière.

Nous présentons à la Société le plan au 1/500 des environs de la Ferrière; ce plan parfaitement exact a été levé autrefois pour le tracé de la route; on y distingue très bien les traînées de blocs et la place que nous avons dit qu'ils occupent.

Séance du 3 *janvier* 1842.

PRÉSIDENCE DE M. ANT. PASSY.

Le secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

Prévost (Aug.), propriétaire, rue Saint-Antoine, n° 86, à Paris, présenté par MM. Michelin et Louis Rousseau.

Odernheimer (F.), ingénieur des mines à Dillenburg, duché de Nassau, présenté par MM. Dufrénoy et Michelin.

Dutemple (P.-P.-Aimé), propriétaire à Pierry, près Epernay (Marne), présenté par MM. J. Wyld et Ch. d'Orbigny.

Beaudouin (Jules), licencié en droit, à Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or), présenté par MM. Raulin et Michelin.

Teilleux, doct.-médecin, à Paris, présenté par MM. Ch. d'Orbigny et Michelin.

Keyserling (le comte de), rue de l'Université, n° 36, présenté par MM. de Verneuil et Michelin.

Bourjot, professeur d'histoire naturelle au collége Bourbon, présenté par MM. Michelin et Jules Desnoyers.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Porphyre Jacquemont, la 37e livraison du *Voyage dans l'Inde, par Victor Jacquemont.*

De la part de M. Graves, ses deux précis statistiques, l'un *sur le canton de Neuilly-en-Thelle, arrondissement de Senlis* (Oise), l'autre *sur le canton de Noailles, arrondissement de Beauvais* (Oise). (Extraits de l'*Annuaire de* 1842.)

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Annales des mines, 3e série, tom. XX, 4e livraison de 1841.

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 2e semestre de 1841, nos 25 et 26.

Continuazione, etc. (Comptes-rendus de l'Académie des Georgophiles de Florence.) Vol. XVIII, dispensa 11.

L'Institut, nos 417 et 418.

L'Écho du monde savant, nos 690, 691 et 692.

L'Athenæum, nos 739 et 740.

The Mining Journal, nos 331 et 332.

COMMUNICATION.

Conformément à l'article 10 du chapitre 2 du règlement, le Trésorier dépose sur le bureau le compte des recettes et des dépenses pour l'année 1841.

Le Secrétaire communique ensuite les décisions du conseil relatives à la nomination des diverses commissions suivantes :

Commission de comptabilité : MM. Delafosse, de Roissy, Clément-Mullet.

Commission du Bulletin : MM. d'Orbigny (Alcide), Leblanc, Angelot.

Commission des Mémoires : MM. de Verneuil, Raulin, Thirria.

Sur l'invitation de M. le Président, la Société procède à la nomination des membres du bureau et du conseil, dont les fonctions sont expirées.

Elle nomme successivement :

Président : M. CORDIER.

Vice-Présidents : MM. DUFRÉNOY, Alc. d'ORBIGNY, ROZET, DESNOYERS.

Vice-Secrétaire : M. ANGELOT.

Membres du conseil : MM. DE VERNEUIL, CONSTANT PREVOST, PASSY, PUILLON-BOBLAYE.

En conséquence, le bureau et le conseil se trouvent composés de la manière suivante pour l'année 1842 :

Président.

M. CORDIER.

—

Vice-présidents.

M. DUFRÉNOY.
M. d'ORBIGNY (Alcide).
M. ROZET.
M. J. DESNOYERS.

—

Secrétaires.

M. d'ARCHIAC.
M. DELAFOSSE.

Vice-secrétaires.

M. DE PINTEVILLE.
M. ANGELOT.

—

Trésorier.

M. Hardouin MICHELIN.

Archiviste.

M. DE ROYS.

—

Membres du Conseil.

M. d'ORBIGNY (Charles).
M. WALFERDIN.
M. Félix DE ROISSY.
M. Al. BRONGNIART.
M. CLÉMENT-MULLET.
M. THIRRIA.
M. DE BONNARD.
M. LA JOYE.
M. DE VERNEUIL.
M. C. PREVOST.
M. A. PASSY.
M. PUILLON-BOBLAYE.

Séance du 10 *janvier* 1842.

PRÉSIDENCE DE M. ALCIDE D'ORBIGNY, VICE-PRÉSIDENT.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit les publications suivantes :

Les *Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, n° 1 de janvier 1842.

L'Institut, n° 419.

L'Écho du Monde savant, n° 694.

Il Progresso, etc., anno x, quaderno 56. Naples, 1841.

The Athenæum, n° 741.

The Mining Journal, n° 333.

De la part de M. le général Pelet, la sixième livraison de la *Carte de France*, publiée au dépôt de la guerre, sous sa direction. 8 feuilles.

COMMUNICATIONS.

Le Secrétaire lit une lettre de M. le lieutenant-général Pelet, directeur du Dépôt de la guerre, qui, en adressant la 6e livraison de la *Nouvelle carte de France*, renouvelle l'offre de communiquer aux membres de la Société les renseignements topographiques ou géodésiques dont ils pourraient avoir besoin.

M. Alcide d'Orbigny, après avoir cédé le fauteuil à M. Rozet, met sous les yeux de la Société un nouvel instrument destiné à la mesure des coquilles univalves, et auquel il donne le nom d'Hélicomètre. Il explique ensuite la manière de s'en servir pour obtenir avec un grand degré de précision l'angle du cône spiral, la courbure de la génératrice du cône, la hauteur totale de la coquille, la proportion relative du dernier tour, etc. M. d'Orbigny présentera ultérieurement la description complète de cet instrument.

M. Rivière annonce qu'il remettra dans la prochaine séance une réclamation ayant pour objet de rectifier quelques passages des procès-verbaux de la réunion d'Angers, dans lesquels ses idées n'auraient pas été rendues exactement. Le Président engage M. Rivière à s'entendre préalablement avec le Secrétaire qui a rédigé ces procès-verbaux.

Le Secrétaire communique la lettre suivante, adressée par M. Boué à M. Michelin.

Note additionnelle à mes remarques sur la paléontologie.

Pour les choses que tout le monde est accoutumé à regarder comme des exceptions à la règle générale, on ne peut trop multiplier les exemples qui prouvent la fausseté de généralisations conçues de cette manière ; je vais donc citer encore un témoignage en faveur du mélange des *Orthocères et des Ammonites dans le calcaire secondaire assez récent des Alpes.* Je le trouve dans l'ouvrage de M. E. Unger, maintenant professeur de zoologie et de botanique à Grætz. Ce savant, long-temps médecin à Kitzbuchel dans le Tyrol septentrional, a publié, en 1836, un ouvrage qui nous intéresse sous plus d'un rapport, et qui porte pour titre : De l'influence du sol sur la distribution des végétaux, démontrée par la végétation de la partie N.-E. du Tyrol (*Ueber den Einfluss des Bodens auf die Vertheilung der Gewæchse*, etc., Vienne 1836, in-8° avec une carte phyto-pétrographique, six coupes et une vue, librairie Rohrmann und Schweigerd). S'il a bien démontré sa thèse par ses observations et ses listes de plantes croissant les unes sur tel sol, les autres sur tel autre; s'il a expliqué les exceptions ou les anomalies par des remarques météorologiques et physiologiques, et s'il a su rendre le tout visible à l'œil sur sa carte géologique, il n'a pas moins donné un assez bon chapitre de géologie de 56 pages sur un pays jusqu'ici inconnu, et comprenant le carré montagneux entre Kufstein, Lofer, Hochfilzen, Waldkirchel et Hopfgarten.

L'auteur y distingue les terrains suivants : d'abord, dans la chaîne centrale cristalline (d'après M. Bussegger), un terrain de granite et de gneiss, un petit terrain de gneiss et de micaschiste, un terrain de micaschiste, de talcschiste et de schiste argileux avec de grandes masses de calcaire grenu et de quarz quelquefois aurifère ; enfin, un terrain de schiste argileux à masses de calcaire semi-grenu et à beaucoup d'amas de pyrite cuivreuse et de fer spathique. Ces derniers dépôts courant, en général, h. 6 — 7, forment les environs de Kitzbuchel ou les parties méridionales de la carte géologique de M. Unger. Par-dessus ces terrains, arrangés trop à la façon de Werner pour pouvoir y croire explicitement, l'auteur place un grand assemblage de roches arénacées et calcaires qui, d'après Werner, ne peut être qu'une formation de grauwacke. Cette dernière comprend trois sortes de dépôts, savoir : des cal-

caires, des schistes argileux passant aux grauwackes schisteuses et des grès rouges. Les premières roches sont semi-grenues, surtout compactes; elles contiennent des quarz de l'Ankerite et de petits filons de cinnabre, de mercure natif, de pyrite cuivreuse, de sulfure de cuivre, de cobalt éclatant, de cobalt arsenical (Leogang), d'antimoine sulfuré, de cuivre carbonaté bleu, de malachite, de galène argentifère, et surtout de cuivre gris plus ou moins argentifère. Elles portent pour cela le nom de calcaires à cuivre gris (*Fahlerz fuhrenden Kalk*). L'auteur croit retrouver ces calcaires à Imst dans le Voralberg, puis à Schwatz, ensuite dans le Zillerthal, où ils se séparent distinctement en trois masses; enfin dans les environs de Kitzbuchel, où ces dernières tendent, au contraire, à se confondre. Plusieurs anciennes mines y ont été établies, surtout entre Rattenberg et Schwatz, et dans le Zillerthal.

Les schistes des grauwackes séparent ces calcaires et alternent quelquefois avec des grès rouges, tandis que le calcaire secondaire des Alpes est séparé du système des grauwackes de M. Unger par une bande de grès rouge. Les couches inférieures du calcaire secondaire courent dans cette partie du Tyrol du N.-O. au S.-E., et inclinent au N.-E., sous un angle de 15 ou 20°, ou elles sont même horizontales. M. Unger voudrait donner 9,000 pieds de puissance au système inférieur du calcaire secondaire dans lequel il ne voit aucun fossile, tandis que dans le système supérieur il y a nombre de pétrifications. Là-dessus, il cite surtout, près de Waidring, dans la partie N.-E. de sa carte, dans les monts Platten et Ochsenalm, un calcaire compacte rouge, espèce de marbre grossier, contenant une espèce de *Bélemnites*, 6 ou 7 espèces d'*Ammonites*, un Nautile, une *Orthocère*, un Turbo, une Anomie ?, une Térébratule, des piquants d'oursins et des dents de poissons (p. 64), c'est-à-dire les pétrifications du calcaire près du sol dans le Salzbourg et l'Autriche supérieure, comme en Styrie et près du lac de Côme.

Après avoir parlé du terrain tertiaire à lignite de Hæring, il ajoute les observations suivantes sur les blocs : Des blocs de roches cristallines de la chaîne centrale ayant 5 à 6 toises de contour, et pesant même quelquefois plusieurs centaines de quintaux, se trouvent épars dans les lieux bas des vallées, comme dans le Bichlach, le Winklerwald et le Buchwald, ainsi que sur de hautes pentes à 400 pieds d'élévation, et même à 6,000 pieds près de la cime du mont Rettenstein. Ces blocs ne sont guère enfouis que d'un pied en terre; leurs angles sont aigus, à l'exception des petits,

qui ressemblent à des cailloux. Beaucoup d'entre eux offrent des surfaces striées, surtout sur leurs parties inférieures ; on y observe même des portions entièrement polies et des stries terminées par des parties angulaires intactes, de manière qu'un glissement rend difficilement compte de ces apparences curieuses. On trouve les blocs en plus grande abondance sur les côtés méridionaux des basses contrées que sur les parties septentrionales ; ils sont bien plus fréquents dans les vallées transversales que dans les vallées longitudinales. Les blocs, situés au niveau le plus élevé, sont presque sur une seule ligne horizontale. Leur dissémination est postérieure au dernier soulèvement de la chaîne et à la formation des vallées actuelles.

Maintenant, je passe à un autre sujet, et vais prouver par moi-même combien, en fait de paléontologie, il faut se défier de ce qu'on nomme communément l'autorité, le dit-on doctoral des professeurs, qui craignent fort souvent de déchoir dans l'esprit de leurs élèves, en admettant des possibilités d'erreur, et qui imposent toujours à la foule en tranchant dans le vif. Or voici le fait : j'avais bien cru, vers 1824, remarquer des *Bélemnites* dans le dépôt de Gosau situé à Grunbach, au pied du mont Wand, à 12 lieues au S. de Vienne en Autriche. Je l'annonçai donc ; mais plus tard me voyant contredit par MM. Murchison et Sedgwick, et nullement appuyé par MM. Partsch, Keferstein et Lill, je dus croire m'être trompé, d'autant plus que l'échantillon conservé ne levait pas mes scrupules : aussi, en 1832, je n'eus même plus le courage de parler de mes Bélemnites dans le texte, et je les séquestrai dans une simple note, comme pour les dérober aux yeux, et comme je me rappelle d'avoir aussi trouvé les Didelphes de Stonesfield dans une édition de la Géologie de M. d'Omalius, 2e édition, page 649, je disais : *J'y ai aussi cru voir une Bélemnite ; mais ce fait m'a été tellement contesté que je ne le cite que pour l'offrir à la vérification des géologues qui visiteront cette localité.* (*Mém. géol. et paléontol.*, p. 232.)

Lisons maintenant ce que disent MM. Murchison et Sedgwick : « Il a été prétendu par le docteur Boué qu'il a été trouvé des » Bélemnites dans la série superposée au calcaire secondaire des » Alpes (*Overlying series*) à Grunbach. Ni le professeur Partsch, ni » un des auteurs de ce mémoire n'a pu en découvrir la moindre » trace, après des recherches soignées. Les seuls corps trouvés » qu'on pourrait confondre avec des Bélemnites sont de grandes » Serpules. Si même les Bélemnites y existaient nous n'en tirerions » pas pour le classement géologique les conséquences qu'on en a

» voulu déduire. » (*Trans. geol. soc. Lond.* N. S. V. 3, p. 367.)

Mon ami, M. Haidinger, qui rend depuis long-temps de continuels services à la minéralogie, reçoit la charge de compiler une carte géologique générale de la monarchie autrichienne. Pour pouvoir établir avec quelque sûreté ses divisions de terrains dans les Alpes, il les aborde sans système préconçu, et par hasard il rencontre à Dreystetten, à 1 lieue 3/4 de Grunbach, des rochers de grès de Gosau nouvellement entamés. Il y trouve des fossiles et, entre autres, ce qui lui semble pouvoir être des fragments de Bélemnites. En quoi consistent-ils ? surtout en parties assez larges et longues, remplies de grès et semblables à la partie conique non chambrée, ouverte et entourée d'un test, en général très mince, de certaines Bélemnites du lias (*voy.* Mém. de M. de Munster sur les Bélemnites, pl. 4, f. 16, dans mes *Mémoires géol. et paléontol.*), en portions à test radié, comme dans les Bélemnites, mais à petit trou conique au milieu, c'est-à-dire des portions de Bélemnite où se termine la partie alvéolaire, dont la pointe n'y existe pas ou n'a pas été pétrifiée.

Ajoutez à cela mon échantillon qui allait en pointe, et offrait, d'après moi, le commencement de la partie pointue d'une Bélemnite (on peut le voir au Muséum d'histoire naturelle de Paris au cas qu'il soit encore reconnaissable), mais tout son intérieur avait été rempli de grès.

Enfin, prenez en considération que le grès de Vienne, qui est un membre du système crétacé, comme le grès de Gosau, contient des Bélemnites et des Ammonites (par exemple à Saint-Veit, à 1 heure de Vienne), et que M. Haidinger a recueilli de belles et longues Bélemnites dans un calcaire (supérieur ?) du même grès, et je crois qu'on a lu toutes les preuves nécessaires pour croire très probable qu'il y a des Bélemnites dans les dépôts de Gosau. Quelle espèce ? c'est ce que le temps dira bientôt. Néanmoins, M. Haidinger n'a point fait cette communication ; ainsi, s'il y a erreur encore, elle ne doit retomber que sur moi seul.

Voyez donc, messieurs, si M. Elie de Beaumont a su retrouver des Ammonites à Gosau (*voyez Bull. soc. géol.* et Tr., vol. VIII, page 75), il y aurait donc aussi des Bélemnites; ainsi, il ne suffit pas d'être un homme aussi distingué en savoir géologique que M. Murchison, désormais surnommé, à bien juste titre, le *Silurien*, pour pouvoir défendre à tel ou tel animal des anciens temps géologiques de se trouver en compagnie avec tel autre. En effet, dès qu'il n'y a pas impossibilité physique au fait contesté, il peut arriver que tout autre individu possédant les plus minces quali-

tés géologiques (eût-il seulement les jambes et l'argent nécessaires) puisse rencontrer ce qu'un savant aura vainement cherché pendant quelques heures, comme pendant des années. Or, dans le cas présent, les fossiles de Gosau n'indiquent-ils pas des dépôts de rivage? Supposant les Bélemnites et les Ammonites plus loin en mer, n'est-il pas tout naturel qu'une bourrasque ou un accident, une idiosyncrasie, un caprice ait amené, au milieu des coquillages littoraux, quelques uns de ces êtres qui s'en tenaient éloignés? Combien de fois, cherchant des zoophytes sur les rives de l'Écosse, n'ai-je pas béni les coups de vent? On peut bien rationnellement croire que le dépôt arénacé de Gosau ait conservé enfouis des Univalves, de délicates Bivalves, même des microscopiques plus aisément que des Bélemnites et des Ammonites, genres qui existent cependant, au-dessus et au-dessous de ces dépôts de Gosau, et qui vivaient en Europe en si grande abondance entre la fin du dépôt du muschelkalk et le commencement des dépôts tertiaires. Comment supposer *à priori* qu'en Wurtemberg et en Suisse ces animaux habitaient alors la mer, tandis qu'à 40 ou 60 lieues de là, la mer n'en recélait plus? Si une chaîne de montagnes avait existé entre ces deux points, on pourrait le comprendre, mais il n'y en avait pas. Ce nouvel exemple montre donc qu'il ne faut pas tant se presser d'exclure certains genres de certaines couches, et qu'on peut trancher tout au plus pour les *espèces*. D'une autre part, cela m'enhardit et m'engage à remettre sur le tapis mes prétendues Bélemnites dans le dépôt du Kressenberg, dont MM. Murchison et Sedgwick ne veulent pas entendre parler, parce qu'ils n'en ont pas vu, et que le *Bergmeister* ou mineur en chef de ce lieu n'en a point trouvé (*Trans. géol. soc. Lond.* N. S. V. III, p. 344). Or, je le demande, quelle que soit l'intelligence du *Bergmeister*, il n'a pas examiné la paléontologie de cette localité sous le rapport de l'existence ou de la non-existence des Bélemnites; mais il a retenu dans son esprit les fossiles qui lui sont tombés sous la main, tandis que nous, ayant trouvé des Bélemnites dans le dépôt analogue de Sonthofen et connaissant l'importance paléontologique de les revoir au Kressenberg, nous avons dû donner plus d'attention à ce fossile. Du reste, nous n'en avons point d'échantillons produire; nous pouvons nous être trompés, et nous ne citons ceci que comme mémoire à mettre presque à côté de notre malheureuse et unique Bélemnite du muschelkalk de la Thuringe (voy. *Mémoire géol. et paléont.*, p. 309).

La géologie des Alpes est une étude tellement au-dessus des forces d'un seul homme qu'on ne peut espérer de chacun que

des observations incomplètes, mêlées de plus ou moins d'erreurs. Des coupes générales sont aisées à tracer, mais jusqu'ici celles qui sont mathématiquement vraies sont encore à faire. Les paléontologues qui ont étudié certains fossiles des Alpes dans certaines localités s'imaginent avoir débrouillé le chaos des sédiments alpins, tandis qu'on peut hardiment prétendre que nous ne possédons la monographie *complète* des fossiles d'aucune localité; mais bien plus, ne peut-on pas dire que les idées des paléontologues sur les Alpes n'ont contribué qu'à compliquer l'édifice, sans en faire apercevoir même le plan général? Pour nous au moins, les Alpes sont à peu près la définition de Dieu par Thalès: plus on y pense, moins on les comprend.

Nous croyons bien voir dans les Alpes occidentales tout le système jurassique de la France se lier aux schistes cristallins au moyen de roches bélemnitifères, ou si l'on veut, de *lias;* les fossiles nous amènent à admettre des dépôts semblables à ces dernières, ou au moins parallèles au *système jurassique inférieur* en Suisse, en Tyrol, et même dans le coin N.-O. de la Styrie; mais personne n'a encore pu lier ensemble ces observations locales, et de grandes étendues de terrain, connues pour leur nature, n'ont pas été classées. Les masses de calcaire foncé de l'Orteler dans le Tyrol occidental et le terrain décrit par M. Unger sont dans ce cas. Les plantes des houillères anciennes dans le système secondaire moyen des Alpes du Dauphiné, de la Tarentaise, de la Savoie et de la Styrie, les Bélemnites, les autres coquillages jurassiques de certains calcaires des Alpes helvétiques, comme les poissons de Seefeld, sont encore plutôt des curiosités pour le géologue que des points de repère, auxquels il puisse lier d'autres masses en apparence sans ces fossiles, parce qu'ils présentent toujours dans leur assemblage des anomalies avec nos connaissances paléontologiques sur le reste de l'Europe.

Dans les Alpes allemandes, un autre problème paléontologique et géologique s'associe aux précédents : je veux parler de l'*Association des Orthocères aux Bélemnites et aux Ammonites* La distribution de ce genre de dépôt, quelquefois dans le voisinage de roches salifères, paraît être assez considérable; car je ne crois pas me tromper en le voyant s'étendre des environs de Fussen, de Hall ou de Hering, ou au moins certainement de St-Johann, si on veut, en Tyrol jusqu'au centre des Alpes autrichiennes, et peut-être même jusque dans celles de la Basse-Autriche, ainsi que dans les Alpes calcaires de la Haute-Styrie. La détermination zoologique de ces fossiles nous est garantie exacte par MM. de Munster,

Bronn, de Buch et un nombre assez grand de géologues; mais leur étude n'est pas même ébauchée, et leur distribution géographique plutôt entrevue que déterminée. Pourquoi nous étonner alors de l'incertitude où l'on est encore de savoir si ce sont des dépôts jurassiques inférieurs, supérieurs, ou même de la base du système crétacé? Si nous venons à considérer les fossiles en question, sous le rapport des espèces, notre incertitude sur le classement des roches ne fait qu'augmenter; car à côté de ces espèces d'Orthocères dont une paraît être silurienne, se trouve, avec des Ammonites appartenant aux oolithes inférieures ou au lias, une Ammonée goniatiliforme, dont un échantillon se trouve déposé au Musée de Paris, et pourra convaincre MM. Murchison et Sedgwick qu'il y a autre chose là que de véritables Ammonites. Ils écrivent *True Ammonites no peculiarly chambered shells* comme *Ammonites nodosus* (voy. *Trans. geol. soc. Lond.* N. S., vol. III, p. 312). Le Salzbourg et la partie salifère de la Haute-Autriche et de la Haute-Styrie sont les lieux où ces fossiles ont excité le plus vivement l'attention, à cause des travaux de mines établis depuis fort long-temps. Or, d'après leur association avec de nombreux polypiers, il serait bien à souhaiter qu'on s'occupât à déterminer les espèces de ces derniers. Lorsque je publiai mes mémoires sur les Alpes allemandes, Goldfuss n'avait pas encore achevé son grand travail sur ces corps organisés, mais maintenant on trouverait peut-être à en déterminer au moins quelques uns; ma collection au Musée en offre les principaux. Une attention particulière est à porter sur les lieux relativement à leur position; car si on s'en procure chez des marchands, on peut presque être sûr de voir quelques polypiers de Gosau se faufiler en faux frères parmi leurs compatriotes. M. Michelin rendrait un bien plus grand service à la science en s'occupant de ces corps qu'en augmentant la liste des fossiles tertiaires.

La circonstance la plus curieuse dans la distribution géographique de cette association de fossiles, c'est de les revoir sur le revers méridional des Alpes, au moins dans un coin, savoir: près du lac de Côme, ou sur la frontière de la Lombardie et la partie S.-E. du Tyrol, tandis que ce versant offre ailleurs, d'un côté, une suite de dépôts presque aussi bien définis que ceux de l'Europe centrale septentrionale, et de l'autre simplement le sol tertiaire et alluvial, ou bien le système des roches apennines en grande partie crétacées. Néanmoins quelque chose d'analogue, si ce n'est de tout-à-fait semblable, reparaît encore vers la Spezzia. Les deux revers des Alpes s'offrent donc comme des en-

sembles secondaires très dissemblables, ce qui vient ajouter une nouvelle difficulté au problème, et rend bien peu plausible l'opinion qui voudrait rendre compte de la structure et de la direction des Alpes par la supposition d'une chaîne sortie d'une fente faite au milieu d'une accumulation de dépôts secondaires de tout âge. Si cette hypothèse séduisante au premier abord était fondée, les Alpes offriraient, comme la Forêt-Noire et les Vosges, des deux côtés des terrains semblables et non différents. D'après le peu qu'on sait des Alpes, les idées les plus baroques en apparence peuvent être énoncées, et conduiront peut-être quelqu'un à la vérité. Ainsi, je demanderai si on ne pourrait pas supposer une ancienne connexion entre les roches secondaires foncées du lac de Côme, celles de l'Orteler et de la vallée de l'Inn en Tyrol, et s'expliquer par des soulèvements leur séparation d'aujourd'hui. D'une autre part, les roches de Kitzbuchel à St-Johann, au lieu d'être intermédiaires, ne pourraient-elles pas être plutôt des roches secondaires anciennes modifiées, comme je l'ai proposé aussi pour certains alternats de schistes et de calcaires dans la Haute-Styrie? Supposant que ce sont des dépôts semblables aux parties inférieures du système de tout le S.-E. du Tyrol ou de Fassa, on devrait y trouver au moins quelques fossiles; or, M. Maier prétend avoir vu un coquillage dans le calcaire à cuivre gris, à Geyer, non loin de Brixen (*voy.* l'ouvrage de M. Unger, p. 62). Qu'on rejette mon hypothèse ou qu'on l'admette *ad referendum*, il paraîtra du moins, je pense, à tous les géologues versés dans la nouvelle géologie que le système appelé intermédiaire par M. Unger est probablement bien plus récent, car aucun fossile intermédiaire ne s'y remarque. Pour les amateurs de métamorphisme, s'il n'était pas une modification du système secondaire inférieur, cela ne pourrait être que des dépôts de la base du système crétacé, ou bien de la formation jurassique. N'y aurait-il pas aussi des roches métamorphiques à mines de fer décrites par Brocchi dans le pays de Brescia?

Quant au *grand système crétacé* des Alpes, ses points de repère sont assez nombreux, et il tend à comprendre très probablement de bien plus grandes masses alpines qu'on ne le croyait, il y a une dizaine d'années, assez généralement. Les ressemblances de genres que j'indiquais, en 1832, entre les fossiles de certains calcaires des Alpes regardés alors comme jurassiques, et ceux du système crétacé (voy. mes *Mém. géol. et paléont.*, p. 209), pourraient bien mettre sur la voie d'un classement plus rationnel, et l'on pourrait bien trouver dans ces deux terrains des Hippurites ou des Rudistes,

comme je le disais aussi alors. Les renversements, les failles, les soulèvements, sont les grandes causes de l'obscurité qui règne encore sur plusieurs membres du système crétacé des Alpes et leurs annexes probables; nous pensons qu'on devra admettre dans les Alpes bien plus de renversements complets qu'on ne l'a fait jusqu'ici. Je serais assez porté à soupçonner qu'une partie au moins de ce qu'on a classé dans le Vicentin, le Véronnois, le Bellunois, le Cadore et le Tyrol méridional, comme jurassique, pourrait bien plutôt faire partie de la base des dépôts crétacés, et je demanderais si les Scaglias ammonitifères ne sont pas à rapprocher des marbres minéralogiquement semblables de Dotis, au milieu de la Hongrie, et même peut-être des roches calcaires de Belenyes sur les frontières de la Transylvanie et de la Hongrie, ainsi que des calcaires ammonitifères et bélemnitifères, s'étendant dans la vallée du Wag, environ de Trentschin au Tatra.

Avant de terminer, qu'il me soit permis de me disculper de l'épithète de frondeur que quelques personnes voudraient déduire de mes discussions personnelles. Je suis le précepte d'un physicien aussi modeste que savant, de M. Pierre Prevost, savoir : le respect pour les grands hommes consiste à marcher, et non à ramper sur leurs traces (*Bibl. univ.*, vol. IX, p. 200). D'une autre part, aimant ardemment la science pour les avantages de l'humanité, pour l intérêt que j'y trouve, et pour le contre-poids qu'elle offre aux passions et déboires de la vie, je ne puis souffrir de voir les erreurs se propager sous l'égide de noms de personnes dont je me plais à reconnaître la supériorité. Or, cela arrive sans cesse dans les ouvrages élémentaires, où le jeune homme ne devrait trouver que l'exacte vérité. Voulez-vous encore un exemple? Je n'ai qu'à ouvrir le dernier ouvrage élémentaire pour y voir, d'après M. Beudant, le travertin se formant encore dans la Hongrie, tandis que cette roche est tertiaire, comme je l'ai dit (voy. *Journal de Géologie*, vol. I, p. 389). Comme pour les personnes dont j'ai combattu les opinions, je dirai que je suis loin, à cause de cela, de vouloir déprécier les travaux de cet honorable savant; au contraire, je me joins aux personnes qui ont regretté dès long-temps que l'auteur du Voyage en Hongrie n'ait pas continué à enrichir notre science comme il l'avait fait jadis. Je ne cherche pas non plus la gloriole de me trouver cité comme ayant rectifié une petite erreur d'un homme bien plus savant que moi; mais mon esprit se trouve satisfait lorsque je vois, sans citation de nom, que l'erreur relevée a fait élever au moins des doutes; la science alors a avancé.

Le dernier volume (vol. XV, N. S.) des archives de minéralogie de Karsten contient un mémoire intéressant sur la géologie de l'île d'Elbe avec une carte fort détaillée et des coupes. L'auteur est M. Kranz; il traite au long des roches modifiées par les granites et les syénites.

La géognosie et la paléontologie du S.-O. du Tyrol, en particulier des couches remarquables de St-Cassian, avec la description et la figure de 422 fossiles, par le comte Munster, Baireuth 1841, se recommande à votre attention. C'est le quatrième essai de ses *Beitraege zur Petrefactenkunde.*

M. de Wegmann lit l'extrait qui suit d'une deuxième lettre de M. Boué.

M. Nuger, professeur de botanique à Gratz, prépare un Mémoire sur les plantes fossiles et les insectes du dépôt tertiaire à lignite de Radefoy (Croatie). Ce professeur est connu par sa carte et son ouvrage de botanique en rapport avec la géologie, ou la nature des roches dans le Tyrol septentrional.

Le docteur Grisebach vient de publier, en deux volumes, son voyage en Romélie. Il part de Constantinople, va par terre à Enos, s'y embarque, passe au mont Athos, et de là, à travers toute la Macédoine, se rend de Salonique à Scutari dans la Haute-Albanie. L'auteur de cette relation est surtout botaniste; néanmoins il y a de la bonne géologie dans son ouvrage. Il a découvert à Enos, dans le sol tertiaire, un groupe de monts trachytiques qui se lie à celui de la Samothrace, et réunit ce dernier à la longue traînée trachytique de Fered à Dimotika. Le mont Athos a donné à M. Grisebach la coupe suivante (*voy.* page 147, pl. II).

Ces schistes sont micacés et argileux, ou plutôt entre ces deux types, le calcaire grenu et le calcaire compacte.

Le comte Breuner a rapporté de l'Esclavonie, de la Croatie et de la Styrie, une carte géologique complète, et a ainsi comblé une lacune. Le groupe du Trouskasora en Syrmie (entre Sid, Irey, Carlowitz, Peterwaradin et le Danube) est surtout composé de roches tertiaires avec une masse serpentineuse entre Peterwaradin et Kamenitz, et une grande masse de montagnes schisteuses à caractères de roches modifiées en partie. Ces montagnes sont au N. et au N.-E. de Lezsimir. Au N. de Brod est une basse chaîne tertiaire. Entre Poschega et Vouchin et Nassitz d'un côté, et l'Isclova de l'autre, est un groupe de montagnes où se rencontrent des masses schisteuses, en partie peut-être anciennes, en

partie aussi du système crétacé, percées çà et là près de Poscheza et de Vonchin, par des roches feldspathiques trachyformes. A l'O. de l'Isclova, le comte Brenner a découvert dans les monts Goritch, au S.-E de Chasma, un noyau de gneiss avec des filons de granite et de pegmatite. Au N. et au N.-E. d'Asram sont d'autres montagnes arénacées du système crétacé ou grauwakiforme. Entre ces groupes domine, coupé par des rivières, le sol tertiaire de la mollasse, appuyé, surtout en Syrmie, contre les montagnes du calcaire quaternaire ou à polypiers de M. Desnoyers : puis le loess par là-dessus, avec les cailloux et le limon des rivières. A Ledintze, toujours en Syrmie, on voit des calcaires grossiers composés d'infusoires, d'après M. Staidinger.

Je crois rendre service aux membres de la Société en appelant leur attention sur les cartes géographiques, récemment publiées par Zimmermann, sur toute cette partie de l'Asie qui comprend la Sibérie occidentale, la Tartarie indépendante, Chiva, Bokara, Stérat, l'Indus et une partie du Thibet. Ces cartes font suite à celles de Ritter sur le reste de l'Asie, qui accompagnent le savant mais indigeste ouvrage de ce célèbre géographe. Cet immense travail (1) est en outre accompagné d'une carte particulière où sont indiquées les cinq directions principales des chaînes de l'Asie, savoir :

O.-E. la chaîne du Kuenlen et autres grandes chaînes centrales ;

N.-N.-O. — S.-S.-E. chaînes au N. du Kuenlen et des précédentes ;

N. — S. petites chaînes à l'O. de l'Indus ;

N.-O. — S.-E. chaînes à l'E. de l'Indus et d'Hérat. Six profils sont joints à cette carte.

Ces cartes, surtout celles de Zimmermann, sont enrichies, mais quelquefois aussi surchargées de mesures de hauteur, de détails sur la géographie des plantes et des animaux, de notes statistisques et géologiques. Ces géographes berlinois sont des prodiges de science et de patience, et à coup sûr les premiers géographes existants.

Au total, je ne saurais trop recommander ces cartes, même aux géologues.

En fait de géologie nous avons ici l'ouvrage de M. Koenig, qui doit être composé de dix cartes géologiques, et dont la première, celle d'Europe, a paru avec un court préambule. Les autres

---

(1) Ritter en est déjà à son septième volume compacte rien que sur l'Asie.

cartes à paraître sont celles de la moyenne Allemagne, de la monarchie autrichienne, des Alpes, de l'Angleterre, de la France, de l'Erzgebirge, des Carpathes orientales et occidentales, et des Pyrénées. Si j'avais à parler du mérite de la carte d'Europe publiée, je n'en ferais pas l'éloge sans restriction.

Enfin, il est bon que la Société sache que les *Annales des Mines de Russie* ont cessé de paraître pour faire place à *l'Archiv feür Wissenschaft zur kunde Russland's* (1), par Erman, à Berlin. Le 1er cahier du journal, soutenu par le gouvernement russe, contient une carte géologique de toute la Russie d'Europe et un beau Mémoire géologique.

M. Viquesnel communique également le résumé ci-après d'une troisième lettre de M. Boué.

Cette lettre contient des détails étendus tirés de l'ouvrage de M. Grisebach, ouvrage dont M. Boué donne une rapide analyse dans la lettre adressée à M. de Wegmann.

Broussa (*Anatolie*). — Granite, gneiss et alluvions à Broussa.

A l'O. de la ville, entre les alluvions de la plaine et le gneiss de l'Olympe, existent cinq sources thermales dont les eaux ont formé jadis un dépôt de calcaire tufacé qui s'étend depuis les bains jusqu'à la ville : 1° celle de Ieni Cablidscha (serait-ce Ilidja?) sourdant du tuf calcaire, température prise à la source, 66° R., et dans le bassin 33°. Les eaux contiennent sur 1,000 parties, d'après le docteur Henily, 0,739 de carbonate de soude, 389 de sulfate de chaux, 0,220 de carbonate de chaux, 0,193 de muriate de soude, 0,118 de carbonate de magnésie, 0,085 de silice, 0,087 d'oxide de fer et de carbonate d'oxidule de fer, un peu d'acide carbonique libre, et de l'acide sulfhydrique en très petite quantité. Dépôt de soufre et formation de sélénite.

2° La source de Kara-Moustapha, moins chaude que la précédente ; température 35° prise au bassin.

3° La source de Kokurdli, la plus abondante de toutes, coule de l'épaisseur d'un bras, et forme dans un jardin un bassin où la température de l'eau est de 66°. Elle fournit au service de deux bains. Elle sort à 100 pas de distance de la source de Kara-Moustapha et 100 pieds plus haut, elle dépose du carbonate de chaux.

4° Trois bains d'eau moins chaude à Tschékirdjé situé à une demi-

(1) Archives de la science, pour la connaissance de la Russie.

heure plus à l'O. sur la même ligne parallèle à l'axe de l'Olympe.

5° La source nommée Hadgia (figue) par les Grecs, placée entre Ieni Cablidscha et Kokurdli, a la température de 35°, et laisse déposer de la chaux carbonatée. Des grenouilles y vivent.

Aucune source d'eau froide ne sourd de terre dans le district des eaux chaudes.

M. Grisebach observe que 16 onces de ces eaux thermales donnent 14 grains de matière solide, tandis que celles de Carlsbad en Bohême en donnent 41 par évaporation. Il trouve l'explication de cette différence dans la nature des roches. A Carlsbad, l'eau filtre à travers un granite décomposé; à Brousse, la roche est intacte.

Enos. — Une bonne partie du golfe d'Enos figuré sur les cartes est remplie par une île marécageuse couverte de roseaux dont la forme est celle d'un delta. Un bras du Maritza débouche entre l'île et le port ensablé d'Enos. Voir les relevés des côtes de Turquie par les Anglais Copeland et le capitaine Smith. Ce dernier donne au golfe une largeur de 3 milles anglais.

Derrière Enos, s'élèvent de petites buttes et des montagnes trachytiques et tertiaires. Le trachyte existe au monastère de Saint-Pandélemon. Les roches volcaniques des environs d'Enos lient les roches d'origine ignée de la Samothrace à celles qui percent aussi celles de Fered.

Vodena. — M. Grisebach explique de la manière suivante la formation du tuf calcaire de Vodena, de Telovo et de la vallée qui règne entre ces deux localités, ainsi que le silence des auteurs anciens sur les belles cascades : *Au commencement du* XIIe *siècle, les chutes n'existaient pas encore.* L'eau du Voda, notre Bistritza, se perdait dans une fente ou katavothron au-dessus de Vodena, et reparaissait au-dessous du rocher calcaire qui devait barrer la vallée et qui forme encore ses parois (*voy.* page 147, pl. II, fig. 5 et 7). Comme témoignage de cette assertion, il cite Glycas, page 239, et Cedrenus (*Hist. Byzent ed Veneta*, page 551).

Le katavothron et les trous de filtration par lesquels l'eau déposait probablement du tuf calcaire se bouchèrent petit à petit, puis presque tout-à-fait. Alors la vallée supérieure fut inondée et devint un lac. *Cet état de choses existait au* XIVe *siècle*, puisque Jean Cantacuzène raconte qu'en 1350, la ville étant assiégée présentait un accès difficile. Elle était défendue d'un côté par un lac, de l'autre par des précipices, et du troisième côté par des vallons inabordables, des murs ou de grandes tours. (Voir *Hist. Byzent. et Veneta Cantacuzene*, page 620.) Le passage se rapporte à la ville

d'Edessa, la même que Vodena. Cantacuzène employait ces noms pour désigner cette ville. L'évêque actuel porte encore le titre d'évêque d'Edessa, M. Mannert s'est trompé en plaçant Edessa à Pella (sa *Geol. de Griech à Roenner*, vol. VII, pages 479 et 481). Edessa et Pella se trouvaient sur la voie Egnatine qui conduisait de Thessalonique par Ochrida à Dyrrachium; or, aucun chemin ne mène plus vite et plus facilement dans le bassin de Bitoglia. S'y rend-on par Niagosta ou Niausta et Verria, il faut traverser une chaîne de montagnes et passer par Sarigoel ou Kaïlari. Le lac le plus voisin de Vodena est celui de Telovo (Tiavo de M. Grisebach). Or, si la ville d'Edessa eût été construite dans cet endroit, on y trouverait des ruines. D'ailleurs la disposition des lieux ne répond pas à la description de Cantacuzène. (Le lac de Lodovo est bien probablement une erreur.) Enfin Pella se trouvait à 27 milles de Thessalonique (*Itin. Ant.*, page 319), et Edessa à 28 ou 30 milles de Pella (*Itin. Hieros*, p. 606), le mille romain représentant 1325 mètres. Ces mesures correspondent exactement aux 11 milles géographiques de Salonique à Vodena et aux distances de Vodena à Allahkilisé, et de ce village à Salonique.

Le lac eut ou n'eut pas d'écoulement souterrain. Lorsque le canal fut totalement bouché, les eaux durent se faire jour par-dessus le rocher qu'elles creusèrent, et former petit à petit les cascades actuelles. Le lac s'écoula, et fut remplacé par le lit que la Voda parcourt aujourd'hui (*voy.* page 147, pl. II, fig. 6 et 8).

Hypothèse de M. Grisebach.—Toute digne qu'elle me paraît d'occuper la Société géologique, elle ne me satisfait pas, car ce voyageur part de la donnée fausse qu'aucune eau courante acidule ne dépose du tuf calcaire. Si cette assertion était vraie, comment expliquer la formation qui s'est opérée et s'opère encore auprès de certaines sources de ces dépôts de tuf calcaire, et auprès de certaines rivières comme au dessous de Terni, ces dépôts de calcaire concrétionné et de faux albâtre? Enfin comment se seraient formés les anciens travertins? Il est étonnant qu'il ne dise pas un mot du dépôt énorme de tuf calcaire à la chute du lac de Telovo au-dessus de Vodena. N'est-il pas probable que les deux endroits où la Voda tombe en cascade sous Télovo et Vodena offraient, comme le pense M. Grisebach, une pente rocailleuse, sur laquelle l'eau a déposé petit à petit le tuf calcaire, tandis qu'elle en a laissé précipiter des quantités infiniment moindres dans l'espace intermédiaire de la vallée, où son cours n'a jamais trouvé d'obstacle à vaincre. Il a dû arriver un moment où le tuf d'incrustation

est devenu un roc. Alors un lac a pu se former au-dessus de Vodena comme entre la chute et le village de Telovo. La date de cette époque serait donnée par l'histoire. Plus tard l'eau se serait fait jour à travers le calcaire déposé, et les cascades auraient pris naissance. Mais à cette époque l'eau avait probablement perdu son imprégnation acidule; les sources du gaz acide carbonique placées, suivant toute apparence, dans l'entonnoir cratériforme de Telovo, au milieu du calcaire caverneux crétacé, n'étaient plus alimentées, soit que les issues se fussent bouchées, soit que l'action souterraine eût cessé.

Mon hypothèse concorde avec les faits sur lesquels M. Grisebach s'appuie; elle explique pourquoi une rivière coulant sur de petits rochers n'a point paru digne des poëtes et des géographes de l'antiquité; pourquoi le tuf calcaire se trouve : 1° dans deux endroits où existent actuellement des précipices; 2° dans le vallon intermédiaire, fait que M. Grisebach cite sans l'expliquer; pourquoi le tuf enveloppe des mousses de l'espèce *Hypnum commutatum* Hedw. vivant dans le pays, et des feuilles de châtaigners qui n'existent pas à Vodena, mais dans les environs; pourquoi il a pu se former un lac, et comment, après l'écoulement de ce lac, au lieu de rester dans son ancien lit marqué sur la partie orientale de la vallée par des bouts de chemin creux faiblement incrustés de calcaire, la rivière a pris une autre direction plus à l'O. et s'est formé un nouveau lit plus profond.

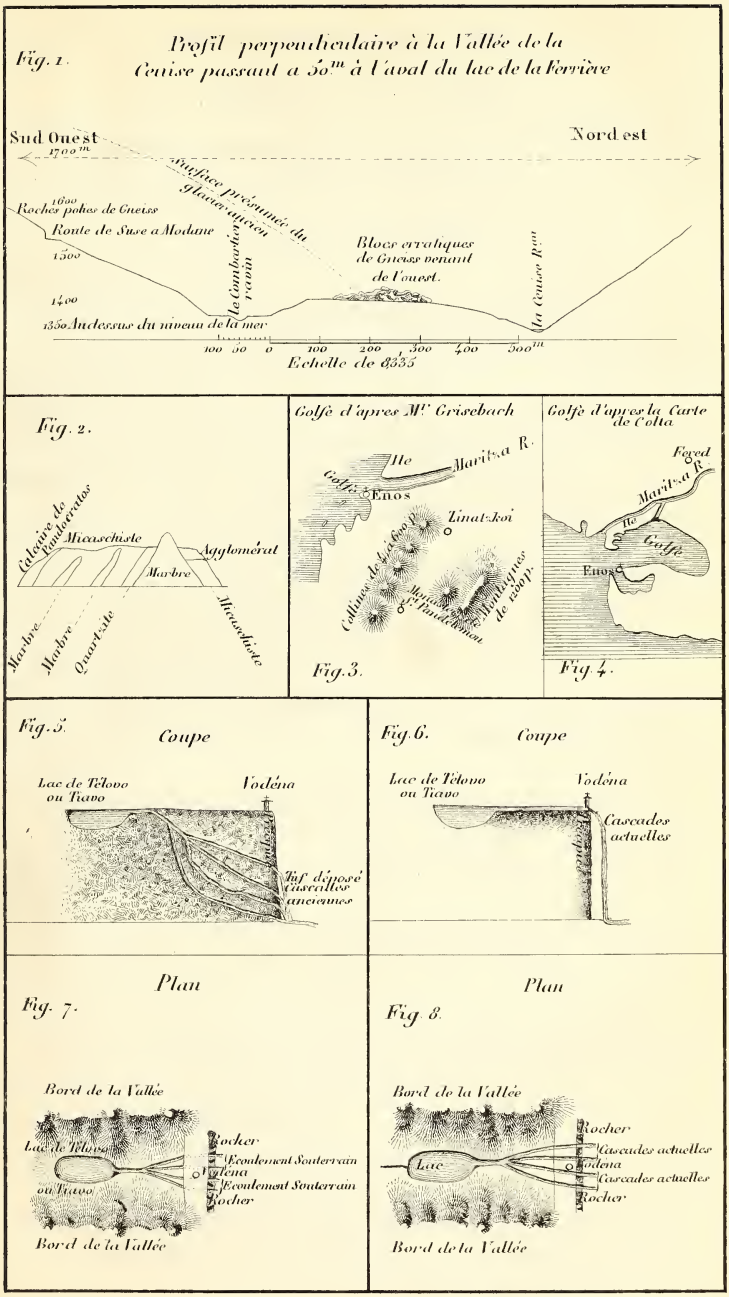
Les chutes de Tivoli existaient du temps des Romains, celles de Vodena n'existaient pas encore à cette époque; voilà la différence qui les distingue. Un jour, les précipices de Vodena et de Telovo seront découpés, détruits, enlevés, comme cela est déjà arrivé en partie à Tivoli.

Communication entre Telovo ou Tiavo et Ostrovo. — Elle s'établit à travers une forêt qui occupe une très basse échancrure entre les dernières branches du mont Toural au-dessus de Niausta et une branche méridionale du mont Nidgé. Ce dernier s'élève à 6,000 pieds au moins, le Tourla à 5,000 environ et dépasse la limite supérieure des arbres forestiers. Cette véritable *large porte* sert de limite à la flore de la Méditerranée et à la flore de l'intérieur de la Turquie ou de l'Europe moyenne. Elle conduit à un très bas col ou protubérance faiblement inclinée dont la hauteur absolue de 1,700 pieds s'élève à 500 pieds au-dessus d'Ostrovo. Or, cette petite différence de niveau et la configuration du défilé nommé *Vladova* par Leoke

rendent probable qu'autrefois l'eau du lac d'Ostrovo remplissait une bonne partie du bassin de Caïlari ou Sarigoel, coulait par le *Vladova* dans le lac de Télovo et se rendait à Vodena. La pente orientale du bas col de Vladova fournit un ruisseau qui s'écoule dans le lac de Télovo. La pente opposée envoie un petit ruisseau au lac d'Ostrovo. Cette dernière nappe d'eau, dont la longueur est de trois heures et la largeur de 24 toises par place, n'a pas d'écoulement apparent. Mais M. Grisebach a tort de croire que toute issue souterraine est impossible. Du micaschiste se trouve interposé entre son bord oriental et les montagnes crétacées du défilé. Il ne parle pas des marnes noires du col, dépôt que je rapporte à la formation crayeuse. Je ne crois pas que l'évaporation seule suffise pour vider l'excédant des eaux du lac d'Ostrovo. Quoi qu'il en soit, son niveau est sujet à des variations assez grandes. Les dépôts de poudingues calcaires de la partie orientale du bassin de Sarigoel pourraient bien, à mon avis, s'être formés lorsque le lac s'étendait dans cette plaine. Ils peuvent être d'une époque encore récente, si l'on admet l'hypothèse d'un dégorgeoir caché par lequel cette nappe d'eau située à 1.245 pieds au-dessus de la mer trouve son écoulement naturel.

M. Kovalevski vient de publier à Saint-Pétersbourg, en russe, la relation de ses voyages dans le Montenegro. (Cette brochure de sept à huit feuilles avec une carte du pays porte le nom de : Quatre mois dans le Montenegro, *Tscheteri Mesetz* ou *Tzrnagorou.*) Elle réfutera les assertions du prince des Wassoevitchs qui prétendait, à l'époque de son séjour à Paris en 1840, que M. Kovalevski n'avait pas fait l'ascension du Kom.

Nous avons lu avec beaucoup d'intérêt les résultat des voyages de MM. de Verneuil et Murchison en Russie. Leur tournée confirme mes opinions sur la géographie géologique. Plus nos connaissances de la composition du globe s'étendent, plus elles se rectifient, s'agrandissent, se généralisent. Les exceptions disparaissent ou deviennent des particularités essentielles. Vu la jeunesse de notre science, recueillons des faits au lieu d'élever des théories.



Gravé par Ch. Avril, Rue des Noyers, N° 33. Lith. de Simon, R. de la Parcheminerie 2

Séance du 24 janvier 1842.

PRÉSIDENCE DE M. CORDIER.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part du ministre de l'instruction publique :

1° *Annales des sciences naturelles*, le numéro de juillet et août 1841. In-8°;

2° *Archives du Muséum d'histoire naturelle*, publiées par les professeurs-administrateurs de cet établissement, tom. II, livraisons 1re et 2e. 1 vol. in-4°, 300 p., 7 pl. ;

3° *Voyage dans l'Amérique méridionale*, par M. Alcide d'Orbigny, livraisons 55 et 56 ;

4° *Species général et Iconographie des coquilles vivantes*, par L. C. Kiener, livraisons 70 à 73.

De la part de M. Alcide d'Orbigny, la 36e livraison de sa *Paléontologie française*.

De la part de M. Ch. d'Orbigny, la 18e livraison du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dont il dirige la publication.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Transactions, etc. (Mémoires de la Société royale d'Edimbourg, vol. XV, part. 1re. In-4°, 264 pag., 5 planches. 1841.)

Novorum actorum, etc. (Actes de l'Académie des curieux de la nature, vol XVIII, suppl. 1. In-4°, 300 pag. avec pl., 1841.)

Bulletin de la Société de géographie, n° 96, déc. 1841.

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, nos 2 et 3, janvier 1842.

L'Institut, nos 420 et 421.

L'Écho du Monde savant, nos 695 à 698.

Athenæum, nos 742 et 743.

The Mining Journal, nos 334 et 335.

COMMUNICATION.

M. Alcide d'Orbigny communique la notice suivante :

Quelques considérations géologiques sur les Rudistes.

Lorsque, dès ma plus tendre jeunesse, accompagnant un père ami des sciences, je recueillis, avec lui, les nombreux fossiles du département de la Charente-Inférieure, les premiers genres qui me frappèrent furent ceux dont se compose l'ordre des Rudistes. L'île d'Aix et les autres points de l'embouchure de la Charente me montrèrent avec le *Radiolites foliacea* et les *Ichthyosarcolites*, les beaux restes de coquilles dont, en 1822, mon père a formé son genre *Caprina*. L'espèce de prédilection que j'avais alors pour les Rudistes n'a fait que s'accroître, quand, au retour de mon voyage d'Amérique, je repris l'étude des fossiles du sol français. Mes premiers pas se portèrent de nouveau vers les terrains crétacés de la Charente-Inférieure, où j'ai multiplié mes courses depuis Angoulême jusqu'à la mer, recueillant toujours des Rudistes et étudiant leur position géologique relativement aux autres fossiles qui les accompagnent. J'ai aussi voulu visiter successivement ceux des autres points de notre territoire où l'on trouve ces fossiles, afin de comparer les étages où ils se rencontrent, et d'asseoir mon jugement sous le rapport de leur position géologique respective. On conçoit facilement que la fameuse montagne des Cornes des Bains-de-Rennes, devenue célèbre par la publication de Picot de Lapeyrouse, ne doit pas être oubliée. Je la visitai, en effet, ainsi que plusieurs autres points du département de l'Aude qui présentent des Rudistes. Je parcourus ensuite les environs d'Uchaux et de Piolen (Vaucluse), ceux de Toulon (Var), de Martigues et de Cassis (Bouches-du-Rhône). J'ai reçu de plus, de M. d'Hombres-Firmas, les Rudistes des environs d'Alais (Gard). Comme on a pu le reconnaître, tous ces matériaux formaient, dans ma collection, au commencement de 1841, un ensemble double, au moins, de tout ce qu'on connaissait en Rudistes, lorsqu'avec M. de Vibraye j'acquis la collection de M. Roulland. Ce renfort d'échantillons réuni à ceux que je possédais déjà et qui s'élèvent à quelques milliers, m'a donné les moyens, non seulement d'étudier avec plus de soin les caractères zoologiques de ces restes organisés, ballottés jusqu'ici par les auteurs, mais encore de suivre, par une multitude de faits observés sur les lieux, les rapports généraux

de la distribution zoologique de leurs espèces au sein des couches terrestres. Les résultats auxquels je suis arrivé doivent faire partie de ma *Paléontologie française;* néanmoins, mes idées étant depuis long-temps arrêtées relativement à la zoologie et à la géologie des Rudistes, je n'ai pas cru devoir différer davantage d'en faire connaître quelques unes, pour prendre date et pour m'en assurer la propriété, en attendant le moment de les développer dans mon ouvrage.

Je ne chercherai pas à faire ici l'histoire des Rudistes, ni à m'étendre sur les rapprochements plus ou moins naturels qu'on a faits sur leur place zoologique, ce qui serait sortir du cadre restreint de ce mémoire; mais je puis dire que je n'entre nullement dans les vues de Lamarck ni dans celles de M. Deshayes en ce qui concerne leur classement. Les Rudistes, et je m'engage à le prouver par un grand nombre de faits (1), ne sont pas, comme l'ont cru ces auteurs, des Conchifères ou Lamellibranches. On ne doit pas non plus les ériger en classe distincte, comme l'ont fait MM. de Blainville et Desmoulins; mais tout me donne la certitude que les Rudistes sont, ainsi que l'a judicieusement pensé M. Goldfuss (2), de véritables *Brachiopodes* si voisins des Cranies, que les *Hippurites* et les *Radiolites* s'en distinguent seulement par des caractères de peu d'importance zoologique. En effet, il suffit de comparer les Hippurites et les Radiolites aux Cranies, dont la place zoologique est bien fixée parmi les Brachiopodes de Cuvier, pour s'assurer que ces trois genres se composent également de deux valves coniques, l'une fixe et l'autre libre dont la contexture est absolument identique. C'est d'abord, extérieurement, un tissu lâche, fibreux, lamelleux ou poreux, recouvert de lames ou de stries, et en dedans une couche épaisse sur laquelle on remarque deux larges attaches musculaires très marquées, et un assemblage de saillies et de creux sur lesquels je donnerai ailleurs des explications. De ces deux couches conservées chez les Cranies, la plus intérieure disparaît presque toujours par la fossilisation, chez les Radiolites, les Caprines, les Caprotines, les Ichthyosarcolites; il en résulte que l'on trouve, dans l'enveloppe extérieure, et entièrement séparée d'elle par un espace libre, un moule (dont on a fait les genres *Jodamie*, *Birostris*) qui n'a plus de rapports avec la forme intérieure de la partie conservée. Ce caractère singulier qui, dans le même lieu, ne se remarque sur aucune des autres co-

(1) Je traiterai cette question dans ma *Paléontologie*.

(2) *Naturforsh.*, sep. 1839.

quilles lamellibranches ou conchifères, n'est pas le seul qui puisse toujours faire reconnaître les Rudistes; il en est un autre qui tient évidemment à la contexture du test extérieur, celui de se casser toujours à angle droit avec la surface extérieure, sans que la cassure soit fibreuse comme chez les *Pinna*. Ainsi à la cassure perpendiculaire aux couches extérieures et au vide qui se trouve entre le moule intérieur et le test extérieur, comme aux caractères déjà indiqués, on distinguera toujours les Rudistes des coquilles lamellibranches.

D'après ces nouvelles vues, je diviserai la classe des *Brachiopodes* en deux ordres.

1° Le premier, les *Brachiopodes réguliers*, caractérisés par un animal fixé aux corps sous-marins au moyen d'une partie charnue, tandis que la coquille n'adhère par aucun point. Ce premier ordre, dont je ne m'occuperai pas ici, comprend les Lingules, les Térébratules, les Spirifères, les Orbicules, et tous les autres genres de cette série.

2° Le second ordre, les *Brachiopodes irréguliers* ou *Rudistes*, n'ayant plus d'ouverture extérieure par laquelle l'animal puisse se fixer, tandis que la coquille elle même adhère toujours aux corps par la valve inférieure, qui se moule sur les points où elle se fixe.

Je divise l'ordre des *Rudistes* en deux familles bien distinctes :

1° Les *Hippuridées*, composées, dans leur ensemble, de deux valves coniques, arrondies, dont l'accroissement est circulaire et forme des lignes concentriques égales, plus ou moins régulières. Cette famille comprend les genres *Crania*, *Hippurites* et *Radiolites* (1) dont les caractères sont connus.

2° Les *Caprinidées*, composées, dans leur ensemble, de valves dont l'accroissement, sur l'une ou sur les deux, se fait plus d'un côté que de l'autre, ce qui détermine, soit une valve oblique à sommet latéral ou marginal, soit une ou deux valves enroulées en spirales. Cette famille comprend les genres *Caprina*, *Caprotina* et *Ichthyosarcolites*.

---

(1) On trouvera peut-être étrange que je revienne au nom de *Radiolites*, depuis quelque temps supprimé et remplacé par celui de *Sphérulites*; mais je ne fais ici que rendre justice à Lamarck. Lamarck a formé le genre Radiolite en 1801. Il l'a toujours conservé jusqu'en 1819, et M. de Lamétherie n'a parlé des *Sphérulites* qu'en 1805. Il est donc évident que le nom de Radiolite, comme plus ancien, doit être préféré à celui de Sphérulites, surtout lorsqu'on n'a formé qu'un seul genre des deux coquilles.

Le genre *Caprina* se compose de coquilles divisées intérieurement en plusieurs cavités et dont la valve spirale est libre, d'une contexture composée de fibres longitudinales, et la valve fixe conique, comme celle des Radiolites. En un mot, les Caprines sont des Radiolites dont la valve supérieure est spirale, au lieu d'être conique ou plane.

Le genre *Caprotina* se compose, au contraire, de coquilles marquées seulement de côtes saillantes internes, et dont la valve spirale est fixe, et la valve libre, oblique ou spirale, non composée de fibres.

Le genre *Ichthyosarcolites*, tel que je le comprends aujourd'hui, se compose de coquilles dont l'intérieur est divisé transversalement en un grand nombre de cloisons obliques. La valve inférieure est fixe, spirale, enroulée, plus ou moins régulièrement sur le même plan. La valve supérieure en est probablement operculaire.

J'ai fait, sans doute, bien long-temps attendre les considérations géologiques, principal but de ce mémoire; mais l'ordre des Rudistes étant très peu connu, j'ai cru devoir spécifier exactement les êtres que je comprends dans cette série animale avant de m'en servir comme moyen d'application.

Considérations géologiques.

Les Rudistes sont disposés au sein des couches terrestres, par bancs qui, placés à différents étages, y forment des horizons géologiques d'autant plus remarquables qu'on peut les suivre sur une surface immense du continent européen. Ils ne sont pas disséminés au hasard, comme les autres fossiles. Tandis que tel bassin n'en offre aucune trace dans une épaisseur plus ou moins considérable, on les voit s'y montrer tout-à-coup avec une étonnante profusion, et y former, le plus souvent, des lits où ils dominent d'une manière constante. Ils y constituent même des amas qui prouvent qu'ils ont vécu en famille, comme vivent aujourd'hui les huîtres, sur beaucoup de points de nos côtes, où leurs bancs paraissent, pour ainsi dire, inépuisables. Les lieux où j'ai surtout été frappé de ce fait sont la montagne des Cornes, près les Bains-de-Rennes (Aude) et les environs des Martigues (Bouches-du-Rhône), de Pons, de Royan, de Cognac et d'Angoulême dans la Charente et dans la Charente-Inférieure. Rien de plus curieux que le banc qui couronne la montagne des Cornes. On y voit les Hippurites et les Radiolites tels qu'ils y vivaient; ils forment un banc épais

de quelques mètres, ont les deux valves (1) diversement contournées, suivant le plus ou moins de place qu'ils ont trouvé les uns entre les autres, et montrent évidemment qu'ils ont vécu dans ces lieux sans y éprouver de dérangement. Les environs des Martigues offrent absolument les mêmes faits. Je puis en dire autant des *Radiolites foliacea* de l'île d'Aix, et de l'île Madame à l'embouchure de la Charente, qui toujours dans leur position naturelle sont pourvus de leurs deux valves; de ceux des bancs de Royan, de ceux des environs d'Angoulême, de ceux de Pons, etc. Les Caprines, même aux environs de Cognac, composent des bancs épais où elles sont si communes que les rues de Saint-Trojan en sont, en quelque sorte, pavées, et que toutes les murailles en sont bâties (2).

J'ai voulu commencer par démontrer que les Rudistes, au lieu d'être disséminés au sein des couches, forment des bancs partout où ils se montrent. J'ai voulu également indiquer qu'ils ont, le plus souvent, vécu sur le lieu où ils se trouvent, afin d'arriver à conclure que leurs bancs, généralement de peu d'épaisseur relative, peuvent être considérés en géologie comme d'excellents points de repère pour séparer les terrains par étages ou par couches d'autant mieux marquées que ces bancs sont toujours au même niveau, qu'ils contiennent partout beaucoup d'espèces communes, et qu'ils ont toujours, au-dessus et au-dessous, les mêmes fossiles, comme je vais m'efforcer de le prouver en passant en revue leur succession au sein des couches par ordre de superposition, depuis leur apparition sur le globe.

Les Rudistes ne paraissent pas avoir jusqu'à présent vécu dans le muschelkalk, ni dans les terrains jurassiques; au moins n'y en ai-je jamais vu de traces. Les Rudistes appartiendraient donc

---

(1) M. Rolland du Roquan (*Rudistes des Corbières*, p. 33) dit que ces coquilles ne sont point en place, « qu'elles ont été violemment arra- » chées des rochers sur lesquels elles s'étaient fixées durant leur vie, et » que, charriées par un torrent, elles ont été accumulées sur ce point » avant son redressement. » Je suis loin d'adopter cette supposition, peu en rapport avec les faits. Si les Rudistes de la montagne des Cornes avaient été ainsi roulés, ils seraient usés, ce qui n'est pas, et surtout ils ne seraient pas pourvus de deux valves réunies, comme le sont tous les Rudistes de cette montagne.

(2) Je dois la connaissance de cette dernière localité intéressante à la complaisance de notre honorable collègue, M. le docteur Bauga, de Cognac, qui a bien voulu m'accompagner sur les lieux.

principalement à la formation crétacée, où ils occupent presque tous les étages.

Premier étage néocomien.

Les Rudistes ne se sont pas montrés en même temps que les premiers dépôts de l'étage néocomien, mais ils forment, au-dessus, un horizon très marqué au pourtour du bassin méditerranéen ou provençal. Lorsqu'on a traversé dans ce bassin les couches néocomiennes les plus inférieures, souvent sans fossiles, les couches contenant les *Ammonites radians*, *Léopoldinus*, *Cryptoceras*, *Difficilis*, *Clypeiformis*, etc., constituant mes couches néocomiennes inférieures (1). On trouve un banc plus ou moins épais, d'un calcaire très blanc, comme pétri de Rudistes avec les deux valves.

Ce banc, que j'appellerai *première zone de Rudistes*, indiqué depuis long-temps par M. Elie Beaumont sous le nom de *calcaire à Dicerates*, forme, en effet, une zone très prononcée, qu'on peut suivre par intervalle depuis la Méditerranée jusqu'aux Alpes suisses. On le trouve, près d'Alais (Gard), à Martigues (où il est exploité comme craie chimique), à Cassis (Bouches-du-Rhône), à Orgon (Vaucluse), aux environs de Grenoble (Isère), et jusque dans les montagnes qui environnent Chambéry (Savoie). Il paraît aussi former la partie supérieure du mont Salève. Cette première zone des Rudistes des plus remarquables contient avec la *Nerinea gigantea* de M. d'Hombres-Firmas et le *Pteroceras beaumontianus*, les Rudistes suivants, qui se retrouvent sans exception sur toute la ligne indiquée.

Radiolites neocomiensis, d'Orb.
Caprotina ammonia, d'Orb. (*Chama ammonia*, Godfuss).
— *Lonsdalii*, d'Orb. (*Diceras Lonsdalii*, Fitton).
— *trilobata*, d'Orb.
— *lamellosa*, d'Orb.

Cette première zone de Rudistes, propre au bassin méditerranéen, paraît pourtant être indiquée dans le bassin parisien, puisqu'on retrouve une de ces espèces (le *Caprotina Lonsdalii*) sur le sol de l'Angleterre. Son horizon est tellement marqué que je m'en suis servi comme limite de mes terrains néocomiens inférieurs et supérieurs. En effet, tout ce qui se rencontre au-dessous constitue mes couches néocomiennes inférieures, tandis que le banc lui-

(1) Voyez *Paléontologie française, terrains crétacés*, tome I, p. 425.

même, et les fossiles qui lui sont supérieurs, forment mes couches néocomiennes supérieures.

Deuxième étage. Gault.

Dans tout l'étage crétacé, si tranché par ces fossiles, et auquel j'ai réservé le nom de Gault, qu'il soit à l'état argileux ou à l'état de grès vert, je n'ai encore vu aucune trace de Rudistes. On pourrait croire dès lors que ces fossiles lui sont tout-à-fait étrangers.

Troisième étage. Craies et Craies chloritées.

C'est principalement dans cet étage que les Rudistes se sont développés en très grand nombre, et sont venus former des zones bien arrêtées, séparant, par couches distinctes, les assises des deux grands dépôts crétacés pyrénéen et méditerranéen. Ma seconde *zone de Rudistes* se montre dans le bassin pyrénéen avec les premiers dépôts crétacés. C'est elle qui, immédiatement au-dessus des argiles gypseuses à lignites, occupe une ligne N.-N.-O., et S.-S.-E., depuis Cognac jusqu'à l'île d'Aix, et vient y former une zone très prononcée que j'ai pu suivre toujours dans la même direction, à l'île d'Aix, où elle est représentée au N. par un grès rouge à gros grains, et au S. par un calcaire blanc crayeux; à l'île Madame, où elle forme un calcaire bleuâtre argileux; à Nancras, à Saint-Trojan, près de Cognac, et au N. d'Angoulême, où elle est composée d'un calcaire analogue à celui de l'île d'Aix.

Cette seconde zone de Rudistes, d'une épaisseur qui varie de 10 à 12 mètres, contient partout les mêmes espèces, le plus souvent en place et avec leurs deux valves réunies. Ces espèces sont les suivantes :

Radiolites foliacea, d'Orb. (*Sphærulites foliacea*, *auctorum*).
— *triangularis*, d'Orb.
— *polyconilites*, d'Orb. (*Polyconilites*, Rouland).
— *Fleuriausa*, d'Orb.
— *lamellosa*, d'Orb.
Caprina adversa, d'Orbigny père.
— *quadripartita*, d'Orb.
— *semistriata*, d'Orb.
— *costata*, d'Orb.
— *striata*, d'Orb.
Caprotina rugosa, d'Orb.
— *navis*, d'Orb. (*Sphærulites navis*, Rouland).
— *lævigata*, d'Orb.
Ichthyosarcolites triangularis, Desmarets.

Cette zone, où l'on trouve le *Nautilus triangularis*, la petite variété de l'*Exogyra columba*, et beaucoup d'autres fossiles inédits, est immédiatement recouverte par les bancs de l'*Ostrea biauriculata*. Elle me paraît correspondre tout-à-fait, par ses fossiles, aux grès verts de la Sarthe, aux étages inférieurs des Craies chloritées du bassin parisien; mais, avec les Rudistes, elle ne s'est montrée jusqu'à présent que dans le département de la Charente et de la Charente-Inférieure, sur la ligne que j'ai indiquée, et dans le département de la Dordogne, non loin de Nontron.

Entre cette seconde zone de Rudistes et la troisième, on trouve dans le bassin pyrénéen des couches puissantes contenant la grande variété de *Gryphæa columba*, et dans ces alternances et au-dessus les *Ammonites rhotomagensis*, *Mantelli*, *Fleuriausianus* et *Woolgarii*, dont l'horizon est si bien marqué à Rouen, au cap Blanc-Nez, près de Saumur, près du Mans, à Cassis, dans les bassins parisiens et méditerranéens.

La troisième *zone de Rudistes* se montre à l'O. du bassin pyrénéen, à Pons, à Saint-Savinien, près de Balanzac, à Jonzac (Charente-Inférieure), à Angoulême (Charente), aux Pyles (Dordogne) où elle forme un banc puissant, d'un calcaire blanchâtre assez tendre, exploité partout, pour la construction des bâtiments, et donnant la meilleure pierre de taille de ces départements. Dans cette partie du bassin pyrénéen, on trouve les espèces suivantes :

Hippurites cornu pastoris, Desmoulins.
— *organisans*, Montfort.
Radiolites ponsiana (*Sphærulites ponsiana*, d'Archiac).
— *lombricalis*, d'Orb.
— *radiosa*, d'Orb.
— *calceoloides*, d'Orb. (*Sphærulites calceoloides*, Desm.).
— *angulosa*, d'Orb.
— *Martiniana*, d'Orb.
Caprotina archiaciana, d'Orb.

A l'E. du bassin pyrénéen, à la montagne des Cornes, près des bains de Rennes, et dans une grande partie des Corbières à Bugarach (Aude), j'ai trouvé, au même niveau, un banc calcaire, que je regarde comme de la même époque. Il contient avec quelques espèces identiques, qui prouvent la contemporanéité, un bon nombre d'espèces distinctes. Ces dernières sont :

Hippurites organisans, Monfort.
— *bioculata*, Lamarck.

Hippurites sulcata, Defrance.
— *gigantea*, d'Hombres-Firmas (*Tumida*, Rolland).
— *canaliculata*, Rolland du Roquan.
— *striata*, Defrance,
Radiolites ponsiana, d'Orb.
— *angeiodes*, Lamarck.
— *Pailletteana*, d'Orb.
Caprotina carinata, d'Orb.
Caprina Boissyi, d'Orb.
— *Aguilloni*, d'Orb.

Si maintenant je réunis les bancs de Rudistes du calcaire des Martigues, des grès verts de Cassis (Bouches-du-Rhône), du calcaire de la Cadière près de Toulon (Var), des grès verts d'Uchaux, de Piolen (Vaucluse), des calcaires d'Alais (Gard), constituant une seule et même zone, renfermant toujours, à peu de chose près, les mêmes espèces, et formant un vaste horizon dans le bassin méditerranéen, je trouverai que ces bancs appartiennent encore à la troisième zone de Rudistes du bassin pyrénéen, tant par les espèces qu'ils contiennent que par les autres fossiles qu'ils renferment. Les Rudistes sont les suivants :

Hippurites organisans, Montfort.
— *bioculata*, Lamarck.
— *sulcata*, Defrance.
— *gigantea*, d'Hombres.
— *canaliculata*, Rolland.
Radiolites ponsiana, d'Orb.
— *Sauvagesii*, d'Orb. (*Sphærulites id.*, d'Hombres).
— *Martiniana*, d'Orb.
— *acuticostata*, d'Orb.
excavata, d'Orb.
— *squamosa*, d'Orb.
— *horrida*, d'Orb.
Caprina Aguilloni, d'Orb.
— *Coquandii*, d'Orb.
Caprotina subæqualis, d'Orb.

Il résulte de ce qui précède que, si l'on compare les espèces du bassin pyrénéen, dont le niveau géologique m'est bien connu, à celles du bassin méditerranéen, qui me l'est également, on trouvera qu'il y a huit espèces communes, savoir :

Hippurites organisans.
— *bioculata.*
— *sulcata.*

Hippurites gigantea.
— *canaliculata.*
Radiolites ponsiana.
— *Martiniana.*
Caprina Aguilloni.

C'en est assez, je crois, pour prouver leur parfaite contemporanéité, surtout lorsqu'il s'y joint beaucoup d'autres fossiles. Ce résultat, qui fixe définitivement l'horizon géologique des couches à Rudistes du bassin méditerranéen, n'est pas de peu de valeur. Non seulement il donne, comme on le voit, l'âge certain des fossiles d'Uchaux analogues à ceux de Gosau, mais encore il offre par comparaison le niveau géologique de tous les bancs de Rudistes, du Vicentin, du Véronais, du Tyrol, de l'Illyrie, de la Transylvanie, de l'Albanie, de la Morée, de la Chine, du Liban, du mont Sinaï, d'Égypte, d'Autriche, de la Turquie d'Europe, etc.

En effet, Uchaux, que M. Michelin, dans sa Zoophitologie, compare à Gérodot (Aube), et qu'il rapporte aux *grès vert inférieur*, ne contient aucun des fossiles du gault, et appartient évidemment, par tout ce qu'il renferme, à la même époque que la montagne Sainte-Catherine de Rouen, ou à ma troisième zone de Rudistes, ce qui est la même chose. Ce fait géologique est assez important pour que je n'aie pas dû laisser se perpétuer une erreur funeste dans une science naissante.

En profitant de l'extrême bonté de M. Cordier, j'ai vu, dans les collections géologiques du Muséum d'histoire naturelle : 1° les Rudistes du Sinaï rapportés par M. Lefèbre, et j'en ai reconnu l'indentité avec ma troisième zone ; 2° les Rudistes d'Égypte recueillis par le même voyageur. Ils m'ont offert l'*Hippurites sulcata* et le *Radiolites ponsiana*, plus une Nérinée (*Nerinea Requieniana*) qui se trouve à Pons et à la Cadière avec ces deux espèces; 3° les Rudistes de l'*île de Santorin* en Morée, provenant du voyage de M. Virlet, comprennent les *Radiolites Sauvagesii*; 4° les Rudistes de Bosnie (Turquie d'Europe) donnés par M. Boué; 5° ceux d'Autriche (Untersberg, Wagraben, etc.) obtenus par le même savant. Ils m'ont offert les *Hippurites gigantea*, *organisans*; *Radiolites*, *Cornu pastoris*; 6° ceux du Vincentin, ramassés par M. Lucas, parmi lesquels se trouvent l'*H. gigantea*, et il ne m'est plus resté de doute sur la contemporanéité avec ma troisième zone de Rudistes. Ainsi, toutes les couches à Rudistes du Midi de l'Europe appartiendraient évidemment à la même époque, et

seraient toutes d'un horizon géologique qui correspondrait aux parties supérieures de la zone occupée, au sein des craies chloritées ou craies tufau, par les *Ammonites rhotomagensis*, *Lewesiensis*, *Mantelli*, le *Turrilites costatus*, etc.

En remontant au-dessus de ma troisième zone de Rudistes, on trouve, dans la partie occidentale du bassin pyrénéen, une suite de couches renfermant beaucoup de fossiles, tels que le *Pecten striatocostatus*, *Exogyra auricularis*, *Plagiostoma aspera*, *Ostrea carinata*, etc., etc., et beaucoup d'autres fossiles inédits, que je ferai connaître dans ma Paléontologie. On arrive enfin, en remontant toujours, aux régions les plus supérieures des couches crétacées de cette partie de la France où se montre ma *quatrième zone de Rudistes*. Elle est à découvert sur toute la côte, à l'embouchure de la Gironde, depuis la pointe Nègre, à 3 lieues à l'O. de Royan, jusqu'auprès de Mortagne. Elle se compose de couches puissantes, remplies de fossiles de plus de cent espèces différentes (1), au milieu desquels sont disséminés un grand nombre de Rudistes presque toujours dans leur position naturelle, et ayant leurs deux valves réunies. Cette couche, qu'on trouve également dans le département de la Dordogne, renferme les espèces suivantes :

Hippurites espaillaciana, d'Orb.
Radiolites crateriformis, d'Orb. (*Sphærulites id.*, Desm.).
— *Hæninghausi*, d'Orb. (*S. id.*, Desmoulins).
— *Bournoni*, d'Orb. (*S. id.*, Desmoulins).
— *dilatata*, d'Orb. (*S. id.*, Desmoulins).
— *alata*, d'Orb.
— *acuta*, d'Orb.
— *conica*, d'Orb.

Ces espèces sont donc toutes différentes de celles des zones précédentes, et forment un dernier horizon géologique aux parties les plus supérieures des terrains crétacés du bassin pyrénéen, horizon qui, jusqu'à présent, ne s'est montré nulle autre part.

Ayant traversé l'ensemble des terrains crétacés, j'arrive enfin aux dernières limites de cette formation, où je trouve ma *cinquième zone de Rudistes*. Là, ces fossiles n'existent plus sous la même forme d'Hippurites, de Radiolites, de Caprines, et de Caprotines qu'on a vues occuper seules les quatre zones précédentes;

(1) Les plus caractéristiques et les plus connus sont le *Mytilus Dufrenoyi* et le *Lima maxima* de M. d'Archiac. La plupart sont inédits, surtout les Polypiers qui y sont très nombreux.

mais ils s'y remarquent sous la simple apparence de *Crania*. Ce n'est pas non plus dans le Midi seulement qu'ils se rencontrent, mais dans le N. de l'Europe. C'est dans la craie blanche de Suède, dans celle de Paris, d'Angleterre, dans la craie à polypiers de Maëstricht, de Sainte-Colombe (Cotentin), qu'on trouve les espèces suivantes :

Crania nummulinus, Lamarck.
— *nodulosa*, Hœninghaus.
— *antiqua*, Lamarck.
— *tuberculata*, Nilson.
— *parisiensis*, Defrance.
— *nodulosa*, Hœninghaus.
— *striata*, Defrance.
— *costata*, Sowerby.
— *spinulosa*, Nilson.

Au-dessus des dernières couches du terrain crétacé, les Rudistes ne se montrent plus en nombre ; il paraît pourtant que sous la forme de Cranies on en trouve une espèce au sein des couches tertiaires du bassin bordelais. Quelques espèces du même genre vivantes dans la Méditerranée et dans les mers de l'Inde témoignent encore de leur existence actuelle ; ainsi, les Rudistes, si nombreux dans tout le système crétacé, ne s'offrent au sein de nos mers que sous la forme de Cranies, seuls représentants de nos jours de cette faune si remarquable, caractérisant tous les étages des terrains crétacés.

Résumé.

En résumé, les Rudistes ne sont point jetés au hasard dans les couches crétacées, ils y forment au contraire des zones tranchées et bien distinctes, non seulement par les fossiles qui les entourent, mais encore par les espèces qui les accompagnent. Ces zones dont j'ai parlé en général sont réparties ainsi qu'il suit.

La *première zone de Rudistes*, très prononcée dans le bassin méditerranéen et marquée sur une grande surface, ne s'est pas montrée à moi dans le bassin pyrénéen, et ne paraît représentée que par une seule espèce dans le bassin parisien. Elle sert de limites entre mes terrains néocomiens supérieurs et inférieurs.

La *seconde zone de Rudistes* qui occupe la région inférieure des craies chloritées des parties occidentales du bassin pyrénéen n'a pas été reconnue jusqu'à présent dans les bassins parisien

et méditerranéen. Elle ne contient d'ailleurs aucune espèce analogue à celles de la première zone.

La *troisième zone de Rudistes*, la plus généralement répandue, occupant la région supérieure de la zone de l'*Ammonites Rothomagensis*, se montre à l'E. et à l'O. du bassin pyrénéen, partout dans le bassin méditerranéen depuis la France, le Vicentin, la Transylvanie, l'Albanie, la Morée, les monts Liban et Sinaï, etc. Elle paraît manquer dans le bassin parisien, où l'on n'en a trouvé que des fragments isolés. Cette zone ne contient aucune des espèces de la seconde.

La *quatrième zone de Rudistes*, très épaisse à la partie supérieure de la craie chloritée de l'extrémité occidentale du bassin pyrénéen, ne s'est pas encore montrée ailleurs. Elle renferme des espèces tout-à-fait distinctes des zones précédentes.

La *cinquième zone de Rudistes*, très prononcée dans le bassin parisien, surtout dans le golfe du Cotentin et à Maëstricht, caractérise les dernières couches du système crétacé (les craies blanches). Non seulement elle ne contient aucune des espèces des autres zones de Rudistes, mais encore elle n'est composée que des espèces du genre *Crania*, inconnues dans les zones inférieures, et se trouvant encore représentées dans nos mers actuelles.

Il ressort évidemment des faits ci-dessus énoncés les conséquences suivantes de la plus haute importance soit dans leur application aux grandes questions philosophiques de la zoologie, soit pour la reconnaissance et pour la classification des époques géologiques des terrains.

1° Les Rudistes, au lieu d'être disséminés dans la masse, forment des dépôts successifs, des bancs dont l'horizon est tranché. Ils peuvent dès lors être considérés comme les meilleurs jalons qu'on puisse prendre pour limites des couches.

2° Ces zones distinctes de Rudistes déposées au sein d'un même bassin, et dans une succession de couches peu disloquées, ainsi qu'on le voit à l'O. du bassin crétacé pyrénéen, pourraient prouver qu'il n'y avait pas besoin de grandes commotions locales pour amener dans un même lieu des faunes différentes; mais que, sans doute, des causes éloignées influaient sur ce remplacement successif d'une faune par une autre.

3° Les Rudistes ont paru cinq fois à la surface du globe dans le système crétacé, chaque fois sous des formes entièrement différentes, sans qu'il y ait de passage zoologique dans les espèces, ni de transport des individus d'une zone géologique dans l'autre. Ainsi, les faunes respectives des cinq zones de Rudistes, soit dans

des étages différents, soit dans les couches d'un même étage, ont été successivement anéanties et remplacées par d'autres tout-à-fait distinctes, ce qui n'annoncerait, dans cette série d'êtres, aucun passage, ni dans les formes, ni dans les couches qui les renferment.

4° Les Rudistes, divisés par zones bien tranchées, au sein des terrains crétacés, y forment des horizons plus ou moins étendus et toujours dans une même position respective par rapport aux autres fossiles; dès lors la répartition des êtres, dans les couches terrestres, ne serait pas due au hasard; mais, comme je l'ai trouvé pour les céphalopodes (1), elle serait le résultat de la succession, dans un ordre invariable, de faunes plus ou moins nombreuses dont la connaissance parfaite est destinée à donner par la suite l'histoire chronologique de la zoologie ancienne du globe.

Il me reste à indiquer une dernière question non moins importante : c'est celle de l'état des différents bassins géographiques à l'instant où vivaient ces cinq faunes de Rudistes. Lors de la première zone, le bassin méditerranéen seul le possédait au complet, tandis qu'une seule espèce de Rudistes égarée se montrait en Angleterre pour témoigner, avec les autres fossiles, de leur contemporanéité avec le bassin parisien. La seconde zone ne se montre que dans le bassin pyréneen. La troisième dans les bassins pyrénéen et méditerranéen, tandis qu'elle n'est marquée que par des indices dans le bassin parisien. La quatrième est encore spéciale au bassin pyrénéen. La cinquième au contraire paraît propre au bassin parisien et à ceux de la Belgique et de la Suède. Ainsi, les trois grands bassins pyrénéen, parisien et méditerranéen, auraient, à chaque époque, montré des différences si marquées qu'il est impossible de ne pas supposer qu'ils n'aient à l'instant de ces faunes conservé des limites plus ou moins circonscrites.

J'ai pensé du reste que le meilleur moyen de démontrer l'ensemble comparatif de tous les faits contenus dans ce mémoire, était de présenter en un seul tableau les résultats généraux auxquels je suis arrivé, par l'application de la zoologie à la classification par étages et par zones, des trois grands bassins des terrains crétacés de la France, application principalement basée sur l'étude des Rudistes et des Céphalopodes.

Après cette lecture, M. d'Archiac fait remarquer que dans

(1) Voyez *Paléontologie française*, *Terrains crétacés*, tome I, p. 437.

un Mémoire qu'il vient de terminer sur la formation crétacée des versants S.-O. et N.-O. du plateau central de la France, il a établi quatre étages distincts dans la zone S.-O., et que la partie supérieure dans le premier, le troisième et le quatrième de ces étages, est bien caractérisée par l'abondance des Rudistes, comme vient de le reconnaître M. d'Orbigny. Dans le deuxième étage, qui est le plus puissant, et où les fossiles sont le plus variés, ces coquilles ne sont, au contraire, qu'accidentelles et comparativement assez rares. Les Ammonites, continue M. d'Archiac, appartiennent à ce second étage et à la base du troisième, où les Rudistes manquent également. Enfin, dans cette zone, qui s'étend du S.-E. au N.-O., sur une longueur de 67 lieues et une largeur moyenne de 12 à 15, il n'a reconnu aucune couche qui puisse être assimilée ni géologiquement ni zoologiquement au groupe inférieur de la formation (wealdien ou néocomien) (1).

M. de Verneuil fait ensuite plusieurs observations sur la distribution des Ammonites de la craie, et M. d'Orbigny expose leur répartition dans les divers étages au moyen du tableau précédent.

M. Cordier rappelle la grande quantité d'Hippurites qui se trouvent non loin des bains de Rennes, et où leur position prouve bien que ces coquilles vivaient réunies en groupes et même souvent attachées les unes aux autres.

M. Michelin fait remarquer, relativement au classement des Cranies adopté par M. d'Orbigny, que la valve inférieure de ces coquilles est adhérente, à la vérité, comme dans les Rudistes, mais que le rapprochement qu'il fait repose sur l'analogie de cette valve inférieure avec la valve supérieure des Sphérulites ou des Hippurites, tandis que la valve inférieure de ces dernières et la valve supérieure des Cranies diffèrent notablement.

M. d'Orbigny expose alors les rapports qui existent dans

---

(1) *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 7 février 1842. — *Annales des sciences géologiques*, n° 2, page 187 et suivantes.

Application de la zoologie à la classification, par étages et par zones, des TERRAINS CRÉTACÉS DE LA FRANCE, *basée principalement sur l'étude des Rudistes et des Céphalopodes.*

TERRAINS CRÉTACÉS.			BASSIN MÉDITERRANÉEN.		BASSIN PYRÉNÉEN.		BASSIN PARISIEN.	
ÉTAGE DE LA CRAIE.	CRAIE BLANCHE.	5e zone de Rudistes.					Maëstricht. Ste-Colombe (Manche). Suède. Paris, Sens, St-Germain.	*Crania nummulus, nodulosa, striata, costata, spinulosa, antiqua.* *Crania tuberculata.* *Crania Parisiensis.*
					Soulage (Aude). Pérignac (Charente-Inférieure).	*Ananchytes ovata.* *Ostrea vesicularis.*	Craie du Cotentin, de Tours, de Vendôme, Paris, etc.	*Belemnitella quadrata, macronata.* *Hamites simplex.* *Ananchytes ovata.* *Ostrea vesicularis.*
		4e zone de Rudistes.			Royan, Meschers (Charente-Inférieure), Lanquais (Dordogne).	*Radiolites crateriformis, Hœninghaussii, Bournoni, dilatata, alata, acuta, conica.* *Hippurites Espailliaciana.* *Turrillites Archiaciana.*		
	CRAIE CHLORITÉE.	3e zone de Rudistes.			Saintes, Pons (Charente Inférieure), Cognac (Charente).	*Ostrea carinata, etc.*		*Inoceramus Cuvieri.*
			Martigues, Cassis (Bouches-du-Rhône), Uchaux, Violen (Vaucluse), Alais (Gard), Cadières (Var).	*Hippurites organisans, bioculata, sulcata, gigantea, canaliculata.* *Radiolites Ponsiana, Sauvagesii, Martiniana, acuticostata, horrida, excavata, squamosa.* *Caprina Aguilloni, Coquandiana.* *Caprotina subæqualis.*	Pons, Balanzac, St-Savinien, Jonzac (Charente-Inférieure), Angoulême (Charente), vallée de la Couze (Dordogne), les Piles, *id.*, Bains-de-Rennes, Sougrague (Aude).	*Hippurites cornupastoris, organisans.* *Radiolites Ponsiana, lombricalis, radiosa, calceoloïdes, angulosa, Martiniana.* *Caprotina Archiaciana.* *Hippurites bioculata, organisans, sulcata, gigantea, canaliculata, striata.* *Radiolites Angeoïdes, Pailletteana.* *Caprina Aguilloni, Boissyi. — Caprotina carinata.*	Département de l'Aube.	*Hippurites cornu-pastoris.*
			Uchaux, Orange (Vaucluse), Malle, Escragnolle (Var), Vergons (Basses-Alpes), Cassis, Cintat (Bouches-du-Rhône).	*Nautilus lævigatus. Largilliertianus, elegans.* *Ammonites Beaumontianus, Bravaisianus, Deverianus, Feraudianus, falcatus, Goupilianus, Mantellii, Largilliertianus, Papalis, Prosperianus, peramplus, Renauxianus, Requienianus, Rhotomagensis, Sartousianus, varians.* *Scaphites æqualis.* *Hamites armatus.* *Baculites baculoïdes.* *Turrilites tuberculatus, Gravesianus, costatus.* *Exogyra columba.* *Nautilus triangularis.*	Rochefort, Port-des-Barques (Charente-Inférieure), Bains-de-Rennes, Soulages (Aude). Cognac (Charente), Rochefort, Port-des-Barque. Fouras, Ile-Madame, Ile-d'Aix.	*Nautilus lævigatus.* *Ammonites Carolinus, Fleuriausianus, Mantellii, Pailletteanus, Rhotomagensis, tricarinatus, varians, Woolgarii.* *Scaphites compressus.* *Hamites armatus.* *Turrilites plicatus, acuticostatus.* *Exogyra columba.* *Nautilus triangularis, Fleuriausianus.*	Cap Blanc-nez (Pas-de-Calais), Ste-Catherine près Rouen, le Hâvre (Seine-Inférieure), Honfleurs; craie Valogne (Manche), le Mans (Sarthe), Saumur. Lamenais, Auxon, Troyes (Aube), Mont-Blainville (Meuse).	*Nautilus lævigatus, Largilliertianus, Matheronianus, elegans, Deslongchampsianus, Archiacianus.* *Ammonites falcatus, Largilliertianus, Lewesiensis, Mantellii, Rhotomagensis, rusticus, varians, Woolgarii, Beaumontianus, Carolinus, catillus, Fleuriausus, Goupilianus, Peramplus, Vibrayeanus, Verneuilianus, Lafresnayeanus.* *Scaphites æqualis, constrictus.* *Hamites simplex, armatus, cylindraceus.* *Baculites baculoïdes, anceps.* *Turrilites tuberculatus, Gravesianus, costatus, Desnoyersianus, Scheuschzerianus, ornatus, bifrons.* *Exogyra columba.* *Nautilus triangularis, radiatus.*
		2e zone de Rudistes.			Ile-d'Aix, Ile-Madame, Nancras (Charente-Inférieure), Angoulême, Cognac, St-Trojan (Charente), Nontron (Dordogne).	*Ostrea biauriculata.* *Radiolites foliacea, triangularis, polyconilites. Fleuriausa, lamellosa.* *Caprina adversa, quadripartita, semistriata, costata, striata.* *Caprotina rugosa, navis. lævigata.* *Ichthyosarcolites triangularis.*	Sarthe.	*Ostrea biauriculata.*
ÉTAGE DU GAULT.	GAULT SUPÉRIEUR.		Escragnolle (Var), Montagne-des-Fis (Savoie).	*Nautilus Clementinus.* *Ammonites fissicostatus, Milletianus, nodosocostatus, Alpinus, Beudanti, Camatenus, Delarui, interruptus, Lyelli, latidorsatus, mammillaris, Mayorianus, Parandieri, Roissyanus, Senequierianus, versicostatus.* *Hamites elegans, sablieri, virgulatus.* *Crioceras Astierianus, cristatus.* *Turrilites catenatus, Astierianus, Senequierianus, Emericianus, bituberculatus, Mayorianus, Elegans, Robertianus, Bergeri.*	Terrains gypseux de l'Ile d'Aix, de Cognac, de Fouras.		Argiles du Gaty, Gérodot, Ervy (Aube), Côtes-Noires, Valcourt, Droyes, Montiers-en-Der (Haute-Marne), St-Florentin (Yonne), Senefontaine (Oise), grès vert de la Perte-du-Rhône (Ain).	*Nautilus Clementinus.* *Ammonites Beudanti, Clementinus, Delarui. Dupinianus, inflatus, interruptus, Lyelli, latidorsatus, mammillaris, Velledæ, Parandieri, versicostatus, varicosus, Mayorianus, varicosus.* *Hamites alternatus, virgulatus.* *Turrilites Vibrayeanus.*
	GAULT INFÉRIEUR.						Wissant (Pas-de-Calais), Macheromenil (Ardennes), Varennes (Meuse), Copt-point, Kimmgemer (Angleterre).	*Belemnites minimus.* *Nautilus Bouchardianus.* *Ammonites auritus, Bouchardianus, bicurvatus, denarius, regularis, fissicostatus, cristatus, tardè furcatus, Fittoni, lautus, splendens, tuberculatus, Milletianus.* *Hamites attenuatus, flexuosus, rotundus, Bouchardianus.*
ÉTAGE NÉOCOMIEN.	NÉOCOMIEN SUPÉRIEUR.	1re zone de Rudistes.	Cassis (Bouches-du-Rhône), Vergons (Basses-Alpes), Gargas (Vaucluse).	*Belemnites semicanaliculatus.* *Nautilus Requienianus.* *Ammonites Belus, consobrinus, crassicostatus, Dufrenoyi, Duvalianus, Emerici, Flexisulcatus, Gargasensis, Guettardi, impressus, inornatus, Martinii, Matheroni, nisus, Pretiosus, strangulatus, striatisulcatus.* *Toxoceras, Emericianus, Royerianus.* *Ancyloceras Matheronianus, Renauxianus, Duvalianus, brevis.*			Argiles à *plicatules* et argiles *ostréennes*, Bailly-aux-Forges, Wassy (Haute-Marne), Villeneuve, entre Ervy et Marolle (Aube), environs d'Auxerre (Yonne).	*Nautilus requienianus.* *Ammonites cesticulatus, Cornuelianus, Deshayesi, Nisus, raresulcatus, Royerianus.* *Toxoceras Royerianus, Cornuelianus, Emericianus.* *Ancyloceras varians.* *Hamites Royerianus.*
			Alais (Gard), Martigues, Cassis (Bouches-du-Rhône), Orgon (Vaucluse), Grenoble (Isère), Chambéry (Savoie).	*Radiolites neocomiensis.* *Caprotina ammonia, C. lamellosa, C. trilobata, C.*			Angleterre.	*Caprotina Lonsdalii.*
	NÉOCOMIEN INFÉRIEUR.		Gigondas (Vaucluse), St-Julien Beauchêne (Hautes-Alpes), St-Martin, Lattes, Caussol, Source-du-Loup (Var), Lagne, Castellane, Cheiron, Sisteron, Barème, Robion (Basses-Alpes).	*Hamites incertus, dissimilis, Emericianus.* *Scaphites Teanii.* *Belemnites dilatatus, bipartitus, subfusiformis, latus, polygonalis, Emerici extinctoribus* *Nautilus pseudo elegans, neocomiensis.* *Ammonites augulicostatus, asperrimus, heliacus, helius, picturatus, pulchellus, Astierianus, Carteroni, Cassida, Castellanensis, clypeiformis, compressissimus, cryptoceras, cultratus, Didayanus, difficilis, Diphyllus, Grasianus, incertus, honnoratianus, inæqualicostatus, infundibulum, intermedius, ixion, Jeannoti, Juillieti, Leopoldinus, lepidus, ligatus, Macilentus, Moritianus, neocomiensis, ophiurus, quadrisulcatus, radiatus, recticostatus, Rouyanus, semistriatus, semisulcatus, Thetys, seranonis, simplus, sinuosus, subfascicularis, subfimbriatus, Terverii, verrucosus.* *Crioceras Duvalii, Villiersianus, Emerici, Puzosianus.* *Toxoceras, Requienianus, bituberculatus, elegans, Duvalianus, annularis, honnoratianus, obliquatus.* *Ancyloceras dilatatus, pulcherrimus, simplex, cinctus, Puzosianus, furcatus.* *Ptychoceras Emericianus, Puzosianus.* *Baculites neocomiensis.*			Calcaires, marnes à Spatangues et marnes bleues de St-Dizier, Wassy, Beaudrecourt (Haute-Marne), de Vendeuvre, Marolle (Aube), Neuchatel (Suisse).	*Belemnites Baudouini, Dilatatus.* *Nautilus pseudo-elegans.* *Ammonites bidichotomus, difficilis, cryptoceras, Leopoldinus, radiatus, Astierianus, Carteroni, Castellanensis, Gevrilianus.* *Crioceras Cornuelianus.*

la forme générale et même dans les détails de la *Spherulites foliacea* et de la *Crania parisiensis* avec ses deux valves, telle qu'il a pu l'observer, puis il met sous les yeux de la Société un individu d'*Hippurites cornupastoris* qui présente une valve supérieure très convexe, et il persiste à regarder les Cranies comme se rapprochant naturellement de la famille des Rudistes et devant en faire partie.

M. Martins lit la note ci-après.

Note sur quelques échantillons de roches polies et striées, par Ch. Martins.

Le premier échantillon a été détaché de la roche en place qui se trouve sous le glacier de Rosenlaui (canton de Berne). C'est un calcaire jurassique noir parcouru par de petites veines blanches. Je visitai le glacier pour la première fois, le 12 août 1841, et je remarquai ses limites avec soin; j'y revins le 2 septembre de la même année, et vis que la glace avait laissé à découvert un espace triangulaire qu'elle recouvrait trois semaines auparavant. C'est de cette surface que les échantillons ont été détachés. Cet espace était couvert de gravier boueux et de cailloux siliceux de médiocre grosseur. La roche sous-jacente, sensiblement plane, présentait cependant çà et là de petites éminences arrondies en forme de calottes sphériques surbaissées qui dépassaient à peine de quelques centimètres le niveau général. L'eau avait, en général, entraîné le gravier qui recouvrait ces éminences. Elles étaient à découvert, et sillonnées de raies et de stries, dont la direction générale était parallèle à l'axe du glacier ou formait avec lui des angles très petits. Ces stries recouvraient entièrement les fragments, et leur donnaient un aspect blanchâtre quand ils n'étaient pas mouillés. Quelques unes semblaient faites avec une petite gouge, d'autres avec un fort couteau, la plupart avec un canif; un grand nombre, visibles seulement à la loupe, avec la pointe d'une aiguille très fine. Dans les enfoncements qui séparaient ces éminences, la roche était polie et usée d'une manière moins parfaite, moins uniforme, et les stries étaient peu marquées. Je crois, avec la plupart des géologues suisses, que, dans sa marche progressive, le glacier polit et strie cette roche avec d'autant plus d'efficacité qu'elle est calcaire, tandis que le gravier et les cailloux qui servent d'émeri à cet immense polissoir sont de nature siliceuse.

Mais, dira-t-on, si depuis des siècles le glacier use ainsi la roche sur laquelle il repose, il doit abaisser sans cesse son niveau absolu, et se creuser incessamment un lit comme une rivière qui coule au milieu d'un terrain meuble. L'inspection des localités confirme cette prévision. En effet, quand on monte des bains de Rosenlaui vers le glacier, sa vue est dérobée aux yeux du voyageur par un mouvement du terrain qui forme un monticule arrondi en avant du glacier et occupe toute la largeur du vallon. Arrivé au sommet de ce monticule dépouillé de végétation on *descend* vers le glacier, puis on traverse un ruisseau coulant au fond d'une faille profonde, et on se trouve au pied du glacier, dans une dépression dont le niveau est inférieur de plusieurs mètres à celui du monticule dont je viens de parler. Il me paraît très probable que ce glacier se creuse un lit dans la portion de la vallée qu'il occupe, et que la boue, résultat de l'usure de la roche, est entraînée dans le ruisseau à mesure qu'elle se forme. Si l'on n'observe pas la même configuration du terrain dans le voisinage des autres glaciers, c'est qu'ils reposent presque tous sur des roches primitives qu'ils ne peuvent user qu'avec une extrême lenteur. De plus, si un glacier n'a pas de limite fixe, il nivelle le terrain à une grande distance de la position moyenne de son extrémité inférieure. A Rosenlaui, au contraire, l'action du gravier siliceux sur une roche calcaire doit être très efficace, et ce glacier oscille entre des limites très rapprochées.

Le second échantillon est également du calcaire (*Hochgebirgkalk*), faisant partie d'une petite surface polie et striée, que j'ai observée sur un bloc erratique énorme que le glacier supérieur de Grundelwald avait déposé sur la moraine terminale la plus rapprochée.

Le troisième échantillon a été recueilli sur la rive droite du glacier du Rhin postérieur (canton des Grisons), à environ 10 mètres de la glace. C'est un micaschiste lamelleux traversé par deux veines de quarz parallèles, ayant 2 à 3 centimètres de largeur. Ces veines ne sont point de niveau avec la roche, mais font une saillie de 5 à 13 millimètres. Toutes deux sont polies, et leurs surfaces supérieures sont dans le même plan. La roche en place n'a pas gardé les traces de l'action du glacier, parce qu'elle se dégrade à l'air; mais le quarz les a conservées. Dans la même localité, toutes les veines de quarz étaient polies d'une manière plus ou moins parfaite (1).

---

(1) Sur la rive gauche du petit lac de l'hospice de la Grimel, M. Desor

Le micaschiste du Rhin postérieur a cependant conservé quelques traces de l'action de glaciers; car Ébely (1) avait déjà remarqué des rochers qu'il compare à de petits tas de foin épars sur une prairie.

J'ai revu ces rochers qui sont sur la rive gauche du glacier et dominent ses extrémités. Je ne m'étendrai pas davantage sur ce point dont je désire faire l'objet d'une note spéciale.

Le quatrième échantillon a été recueilli par M. Desor sur les roches moutonnées de gneiss, qui se trouvent entre l'hospice du Grimsel et le glacier de l'Unter-Aar.

Le cinquième est un calcaire portlandien poli, strié et cannelé, provenant du Landeron, près de Neuchâtel (Voy. Agassiz, *Études sur les glaciers*, p. 289).

Deux autres échantillons sont destinés à montrer les différences qui existent entre les roches polies et usées mécaniquement et celles dont le poli résulte d'autres causes. Le premier est un fragment de porphyre recueilli dans une faille du Blauberg, près de Bâle, par M. Delcros; une de ses faces est polie, miroitante, unie comme une glace. On reconnaît que, dans une épaisseur de 5 à 10 millimètres, la roche a été altérée dans sa structure; tous ses éléments sont confondus et convertis en une masse homogène d'un aspect analogue à celui du silex pyromaque.

J'ai recueilli l'autre échantillon près de la Chaux-de-Fond avec un membre de la Société, M. Nicollet. C'est une lame de spath calcaire qui séparait les marnes oxfordiennes de la dalle nacrée. Il est facile de voir que la compression seule a aplani cette surface et que les sillons qu'elle présente ne sont que des impressions laissées par les marnes qui la recouvraient.

A la suite de sa communication, M. Martins offre à la Société trois échantillons de roches polies par les glaciers.

M. Leblanc fait observer que, sous les blocs erratiques, les galets sont également striés.

---

m'a fait remarquer également des veines de quarz, admirablement polies et saillantes de quelques millimètres, au-dessus du niveau général de la roche gneissique, qui l'était également.

(1) *Manuel du voyageur en Suisse*, tome III, p. 347 (article *Rheinwald*), 3e édition, 1818.

Séance du 7 février 1842.

PRÉSIDENCE DE M. ALC. D'ORBIGNY, *vice-président.*

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société :

M. GEFFROY (Prosper), docteur-médecin, à Paris, présenté par MM. Charles et Alcide d'Orbigny.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Alcide d'Orbigny, sa *Paléontologie française*, livraisons 36e des terrains crétacés, et 1re des terrains jurassiques.

De la part de M. Charles d'Orbigny, la 19e livraison, tom. II, du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dont il dirige la publication.

De la part de M. A. Rivière, le n° 1 des *Annales des sciences géologiques*, dont il dirige la publication. In-8°, Paris, 1842.

De la part de M. le professeur L. Zeisznera, son ouvrage intitulé : *O formacyi jura*, etc. (De la formation jurassique en Gallicie). In-8°, 36 pages, Cracovie, 1841.

De la part de M. le professeur Catullo, les deux brochures suivantes, dont il est l'auteur :

1° *Nota sopra alcuni*, etc. (Note sur quelques faits appartenant à la géognosie des Alpes venètes). In-8°, 8 pages, Milan, 1842;

2° *Lettera*, etc. (Lettre du professeur Catullo au comte Camille Salino, et note sur les Echinides fossiles de la craie et du terrain tertiaire de la province Venète), extraits du tome VI des *Nouvelles annales des sciences naturelles de Bologne*. In-8°, 16 pages, 1842.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus de l'Académie des sciences, n° 5, janvier 1842.

L'Institut, nos 422 et 423.
L'Écho du monde savant, nos 699-702.
Correspondenzblatt, etc., 2e cahier de 1841.
The Athenæum, nos 744 et 745.
The Mining Journal, nos 336 et 337.

Compte des recettes et dépenses faites pendant l'année 1841, *pour la Société géologique de France*, par HARDOUIN MICHELIN, Trésorier de ladite Société.

RECETTE.

ARTICLES.	NATURE DES RECETTES.	BUDGET.	COMPTE.	Augmentation.	Diminution.
1	Reliquat de 1840	2,198 15	2,198 15	» »	» »
2	Cotisations. Année courante	8,100 »	7,340 »	» »	760 »
	Cotisations. Arriérées	1,500 »	1,895 »	395 »	» »
	Cotisations. De 1842	100 »	105 »	5 »	» »
	Cotisations. Une fois payées	600 »	600 »	» »	» »
3	Droits d'entrée	500 »	680 »	180 »	» »
4	Vente de Bulletins	200 »	222 30	22 30	» »
5	— de Mémoires	500 »	988 50	488 50	» »
6	Rentes sur l'Etat	340 »	597 50	257 50	» »
7	Recettes diverses	50 »	7 20	» »	42 80
8	— extraordinaires (legs Roberton)	» »	12,600 »	12,600 »	» »
	Totaux	14,088 15	27,233 65	13,948 30	802 80
	Excédant sur le budget	13,145 50		13,145 50	

OBSERVATION.

La Recette totale étant de	27,233	65
Si l'on en retranche la somme reçue pour le legs Roberton, de	12,600	»
Les Recettes ordinaires seront encore de	14,633	65

DÉPENSE.

ARTICLES.	NATURE DES DÉPENSES.	BUDGET.		COMPTE.		Augmentation.		Économie.	
1	Agent	1,800	»	1,800	»	»	»	»	»
2	Garçon de bureau	800	»	800	15	»	15	»	»
3	Travaux extraordinaires	300	»	294	50	»	»	5	50
4	Mobilier	300	»	106	55	»	»	193	45
5	Dépenses diverses	300	»	229	25	»	»	70	75
6	Ports de lettres	200	»	119	40	»	»	80	60
7	Bibliothèque	400	»	115	55	»	»	284	45
8	Impressions et lithographies diverses	200	»	109	10	»	»	90	90
9	Collections	150	»	14	60	»	»	135	40
10	Chauffage, éclairage	400	»	5[illegible]0	70	110	70	»	»
11	Bulletin	3,500	»	3,764	5	264	5	»	»
12	Port dudit	500	»	595	25	95	25	»	»
13	Achat et indemnité des Mémoires	1,500	»	3,017	25	1,517	25	»	»
14	Loyer, contributions, assurance	1,100	»	1,061	20	»	»	38	80
15	Change et retour de mandats	200	»	580	5	380	5	»	»
16	Session extraordinaire	200	»	28	55	»	»	171	45
17	Placement de capitaux	600	»	13,272	50	12.672	50	»	»
	Totaux	12,450	»	26,418	65	15,039	95	1,071	30
	Excédant sur le budget	13,968	65			13,968	65		

OBSERVATION.

La Dépense totale s'est élevée à	26,418	65
Mais en déduisant la dépense extraordinaire faite par suite du placement du legs Roberton de	12,587	»
Les Dépenses ordinaires seront de	13,831	65

RÉSULTAT GÉNÉRAL ET SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1841.

La Recette totale étant de	27,233	65
Et la Dépense totale de	26,418	65
Le reste en caisse à porter en recette au compte de 1842 sera de	815	»

SITUATION DES COTISATIONS REMBOURSÉES.

		NOMBRE.	VALEUR.
	Antérieurement à 1841....	24	7,200 fr. » c.
	Pendant l'année 1841.....	2	600 »
	Totaux.....	26	7,800 »
PLACEMENTS EN ACHATS DE RENTES.			
320 fr.	— Antérieurement à 1841....	7,195 fr. 70 c.	7,881 20
30	— Pendant l'année 1841.....	685 50	
350 fr.	En avance de....	.....	81 20

Présenté par le Trésorier soussigné, à Paris, ce 3 janvier 1842.

H. MICHELIN.

M. Clément Mullet lit le rapport suivant.

Vérification des comptes du Trésorier pour l'année 1841.

Messieurs,

Une commission, composée de MM. de Roissy, Delafosse et moi, a été chargée de vérifier les comptes de votre Trésorier pendant l'année 1841. Cette commission m'ayant confié le soin de vous faire connaître le résultat de son travail, je vais avoir l'honneur de vous en faire le rapport.

Quelque convaincus que nous fussions d'avance de l'exactitude de la gestion de M. Michelin, nous avons cependant examiné les pièces comptables avec une scrupuleuse exactitude, et cette exactitude n'a servi qu'à confirmer ce qui n'était encore qu'une présomption favorable. Je vais chercher à vous faire partager notre conviction. Pour y parvenir, je serai obligé d'entrer dans quelques détails, que j'abrégerai le plus possible; mais la Commission a tenu particulièrement à s'appuyer sur les faits, et à prouver, par les pièces de comptabilité mêmes, la prospérité financière de la Société.

RECETTE.

L'article de la recette pour l'année courante, prévu au budget pour 8,100 fr., s'est élevée seulement à 7,340 fr. Il ne faut pas conclure, par l'infériorité du chiffre du résultat sur celui de la prévision, une diminution dans les ressources ; il n'en est point ainsi. La somme portée en prévision au budget est celle des cotisations qui sont certaines, et sur lesquelles on peut compter positivement. Mais, messieurs, les cotisations ne sont pas toutes payées exactement dans le courant de l'année, quelquefois elles n'arrivent que dans les premiers mois de l'année suivante. L'année 1841 présente même dans cet article un excédant de recette de 250 fr. sur 1840; mais cette fluctuation ne prouve absolument rien, seulement nous avons cru devoir noter ce fait.

La recette sur l'arriéré, qui figurait pour une prévision de 1,500 fr., s'est élevée à 1,895 fr., c'est-à-dire que le recouvrement si difficile des sommes arriérées a présenté un avantage de près de 400 fr.

Le droit d'entrée a éprouvé une augmentation de 180 fr. Il est important, messieurs, de noter ce fait, qui, d'une part, prouve l'accroissement numérique de la Société, mais qui servira encore à l'explication de l'accroissement d'un des chapitres de la dépense.

Les mêmes explications doivent aussi s'appliquer à l'article de la vente des Mémoires, qui présente un excédant de produit de 488 fr. 50 c.; conséquemment aussi, les sommes employées pour acheter du libraire les exemplaires fournis aux membres de la Société, ont dû dépasser les prévisions, comme nous l'expliquerons en parlant des dépenses.

L'article des rentes sur l'État s'est accru en recette de 257 fr. 50 c. par suite du placement de deux sommes payées pour le rachat de cotisations et du legs fait à la Société par le docteur Roberton. Cet article se liant avec l'article 17 de la dépense, qui traite du placement des fonds, nous y reviendrons au chapitre de la dépense.

Ainsi, en résumé, les recettes se sont élevées à.	14,633 fr.	65 c.
Les prévisions étaient de.	14,088	15
Excédant de recette.	545	50

DÉPENSE.

Nous examinerons les divers articles de dépense en suivant l'ordre adopté pour la recette.

Les deux premiers articles, qui regardent le traitement de l'agent et le salaire du garçon de bureau, étant invariables de leur nature, nous n'en dirons rien. A partir du troisième article jusqu'au neuvième inclusivement, nous trouvons d'assez fortes diminutions sur les prévisions; mais pour ne point abuser de vos moments, je me contenterai de signaler plus particulièrement : l'article du mobilier, qui présente une diminution de 192 fr. ; celui de la bibliothèque, qui en présente une de 184 fr. ; enfin, la somme des économies donnée par toutes les diminutions sur ces articles s'élève à 861 fr. ; au n° 16 on trouve encore une réduction de 171 fr. 45 c. sur la somme allouée pour frais de la session extraordinaire.

Mais, messieurs, tous les articles du chapitre de la dépense ne présentent pas, comme les précédents, de la diminution ; déjà nous l'avons fait pressentir en examinant le chapitre des recettes ; celui de la dépense avait éprouvé des augmentations dans plusieurs de ses parties ; ces augmentations sont d'une nature telle, et une nécessité si impérieuse les a commandées, qu'elles se justifient pleinement par elles-mêmes, comme nous l'allons voir.

Art. 10. Le chauffage et l'éclairage ont grossi de 110 fr. 70 c. par l'achat d'un calorifère. Ce meuble donnant une quantité de chaleur plus forte que le foyer de la cheminée, il s'ensuivra forcément une économie dans le combustible ; c'est donc une amélioration et un argent bien employé.

Art. 11 et 12. Bulletin et frais de port du Bulletin. D'une part, augmentation de 264 fr., et de l'autre de 95 fr. 25 c.

Ne nous en plaignons point, messieurs, le Bulletin est la vie de la Société ; son accroissement est donc l'indice d'un accroissement de force vitale dans la Société. En effet, les registres nous font voir la progression graduellement croissante des membres de la Société ; j'entends des membres effectifs et réels, payant et travaillant. Je n'entends aucunement parler de ceux qui, oubliant le but de la Société, et qui, méconnaissant les engagements par eux contractés, n'apportent ni travail ni argent, ces deux conditions essentielles de l'existence de toute société qui n'a de ressources qu'en elle-même.

En 1840, on comptait 426 membres.

A la fin de 1841, le nombre s'est élevé à 499.

D'un autre côté aussi, la position de la Société le permettant, on a cru devoir introduire des améliorations dans la composition du Bulletin, soit dans le tirage, soit dans les planches, plus nombreuses et plus soignées.

L'art. 13, achat et indemnité pour les Mémoires, a éprouvé une très forte augmentation de 1,517 fr. 25 c. Cet accroissement de dépense est le résultat de trois causes : d'abord le paiement d'une indemnité de 1,000 fr., accordée par la Société à M. Langlois, ensuite une somme de 98 fr., payée pour frais de correction extraordinaire. Enfin la troisième cause, celle qui a influé sur les dépenses du Bulletin, c'est l'accroissement du nombre des membres de la Société, suite du développement qu'ont pris les études géologiques.

Un article de la dépense qui a reçu un accroissement bien fort, sans résultat pour la Société, mais commandé par les circonstances, c'est celui qui a pour objet les frais de change occasionnés par les mandats tirés pour paiement de la cotisation sur les membres non résidants à Paris, et les frais de retour de ceux de ces mandats non payés. Vous savez tous, messieurs, la grande difficulté que le trésorier éprouve pour obtenir le paiement des cotisations des membres étrangers à Paris, difficultés qui croissent en raison de l'éloignement, de sorte que pour l'étranger elle est très difficile à vaincre. Après beaucoup de tentatives plus ou moins stériles, on en est venu à tirer sur les débiteurs des mandats

qui sont présentés par l'entremise de banquiers, et cette opération, messieurs, est malheureusement assez dispendieuse, elle le devient surtout quand les mandats ne sont point accueillis; c'est une fâcheuse nécessité devant laquelle il faut plier. Il serait à désirer qu'on pût trouver un moyen pour parer à ces inconvénients: déjà le conseil s'en est occupé, il faut espérer qu'il arrivera enfin à un bon résultat.

Ainsi, en résumé, dans le cours de l'année 1841, la dépense s'est élevée à.		13,831 fr.	65 c.
Les prévisions étaient de.		12,450	»
Elles ont donc été dépassées de. . .		1,381	65
Mais aussi les prévisions pour la recette ont été dépassées de	545 fr. 50 c.		
Si on ajoute la somme employée pour acheter des rentes sur l'État, qui, portée en dépense, n'en est pas moins un actif pour la Société, laquelle somme s'élève à.	685 50	1,231	»
on trouve en définitive que la dépense n'a été dépassée que de.		150	65

La situation des cotisations remboursées établit qu'avant 1841 il avait été remboursé 24 cotisations, faisant en somme. . . . . 7,200 fr. » c.

2 pendant 1841, faisant.	600	»
Total.	7,800	»
Tandis qu'il a été placé un capital de. .	7,881	20
Excédant.	81	20

Il nous reste à parler maintenant d'un événement fort important pour la Société, en ce qu'il contribuera à affermir ses bases et à lui donner plus de consistance; je veux parler du legs fait par le docteur Roberton.

Ce legs s'élevait en total à.		15,000 fr.	» c.
On a dû payer pour droits de mutation :			
1° En France, où résidait le donateur.	900 fr.	2,400	»
2° En Angleterre, parce que M. Roberton était sujet anglais.	1,500		
Le legs s'est trouvé par conséquent réduit à.		12,600	»

Cette somme a été placée intégralement, au fur et à mesure de sa rentrée, en rentes sur l'État à 5 pour cent, avec la somme de 685 fr. 50 c. dont nous avons parlé plus haut, en sorte qu'il a été placé cette année pour le compte de la Société un total de 13,272 fr. 50 c., par suite duquel la Société se trouve propriétaire d'une rente annuelle de 890 fr., sans avoir aucune espèce de dette ; y compris les sommes payées pour rachat de cotisation, intégralement placées en rentes sur l'État, et sans parler d'un mobilier et d'une bibliothèque dont la valeur va chaque jour en augmentant.

De pareils résultats, messieurs, n'ont point besoin de commentaires, ils proclament assez ouvertement l'état prospère de notre Société ; mais aussi rendons honneur au docteur Roberton, dont la générosité contribue si bien à en assurer l'avenir. Savant modeste, dévoué au culte des sciences, il a cherché à continuer après sa mort le bien qu'il avait commencé pendant sa vie. Il a compris que le plus noble usage que l'homme puisse faire de la fortune, c'est de l'employer aux progrès de la science ; son nom maintenant se place au premier rang parmi les bienfaiteurs de la Société ; puisse le bel exemple qu'il a donné trouver des imitateurs !

En conséquence, messieurs, la Commission vous propose d'approuver la gestion de votre trésorier, pour l'année 1841, de fixer sa recette à 27,233 fr. 65 c., sa dépense à 26,418 fr. 65 c., et le reste en caisse à la somme de 815 fr.

J.-J. Clément-Mullet, *rapporteur*.

Ces conclusions, mises aux voix par M. le Président, sont adoptées.

M. Rozet communique un supplément à son *Mémoire sur les inégalités de la structure du globe*, et le résume de la manière suivante (1) :

Sur certains points des lignes géodésiques établies par les ingénieurs géographes pour le canevas de la nouvelle carte de la France, on a fait, avec toute l'exactitude voulue, des observations astronomiques dont les résultats se sont trouvés sensiblement différents de ceux obtenus par la géodésie. Dans son premier mémoire, M. Rozet a prouvé que les différences devaient être attribuées aux inégalités de la structure du globe et principalement à l'existence des chaînes de montagnes. Dans celui-ci il démontre, par le calcul, en prenant pour exemple la chaîne des Alpes et celle de l'Auvergne, que l'influence de la partie extérieure des masses montueuses ne peut produire que les 0, 30 au plus de la déviation du fil à-plomb observée dans leur voisinage, et comme cette déviation fait converger plus vite les verticales qu'elles ne le devraient dans le cas normal, et que dans les intervalles qui séparent les chaînes c'est au contraire la divergence des verticales qui est augmentée, il en résulte que sous les masses montueuses et même suivant leur direction, la densité du globe, la quantité de la matière est beaucoup plus grande que dans les intervalles qui séparent les chaînes les unes des autres. D'où il suit que, dans la formation de celles-ci, la matière est montée du centre vers la surface dans les bombements qui se produisaient, en même temps qu'elle descendait, au contraire, de la surface vers le centre dans les dépressions qui séparaient les bombements.

Les différences entre les arcs géodésiques et astronomiques donnant le moyen de calculer le relèvement et l'abaissement des points de concours des verticales suivant que la convergence est augmentée ou diminuée, l'auteur en a déduit que, dans toute l'étendue des chaînes de montagnes et même sur leur prolongement, les axes terrestres correspondants sont sensiblement relevés, tandis qu'ils sont, au contraire, très sensiblement abaissés dans les dépressions qui séparent les chaînes les unes des autres.

L'axe fixe de rotation de la terre devant occuper une position moyenne entre tous les axes abaissés et relevés, il en résulte, d'après les lois établies par Laplace dans sa Mécanique céleste, que cet axe a dû se déplacer d'une petite quantité et par suite la

(1) Voir *Bulletin*, tome XII, pages 176 et suivantes.

terre changer de forme à chaque production de chaînes de montagnes. Ce sont ces déplacements de l'axe de rotation et les changements correspondants de la forme du globe qui ont produit les grands phénomènes géologiques, les retours successifs de la mer dans le bassin de Paris, les éruptions volcaniques de l'Auvergne, des Andes et le diluvium des régions boréales, etc. Voici comment M. Rozet explique ce dernier : si un mouvement intérieur, déterminé par une cause quelconque, agit pour déformer le globe en diminuant le diamètre de l'équateur, le principe de la conservation des axes et de l'invariabilité du moment d'inertie dans le mouvement de rotation forcera les eaux à se rendre lentement des pôles vers l'équateur; alors le globe tendra à se rider dans le sens des méridiens, et la surface tendra à se crevasser du N. au S. Si une crevasse vient à se produire, le globe cherchera subitement à reprendre sa forme primitive, et les eaux retourneront avec violence vers les pôles, entraînant avec elles les productions des régions intertropicales où elles s'accumuleront en grande quantité et s'élèveront à une certaine hauteur en brisant la colonne de glace : mais là, ayant perdu leur vitesse, elles se trouveront bientôt uniquement soumises à l'action de la pesanteur qui les précipitera vers l'équateur, charriant les débris de la calotte de glace et les matériaux qui s'y trouvaient engagés. Dans un pareil phénomène les productions de la zone torride ont dû se trouver accumulées en grande quantité vers les pôles, et celles de la zone glaciale dispersées au contraire vers les tropiques.

Or, dans la nature, les choses se trouvent être exactement ainsi; il existe une grande crevasse, celle des Andes, dirigée du N. au S., dont la production a dû nécessairement déterminer un double mouvement de l'équateur vers les pôles et des pôles vers l'équateur. Il n'est pas probable qu'une pareille coïncidence soit l'effet du hasard; ces deux phénomènes sont certainement intimement liés.

Cherchant ensuite par le calcul différentiel et intégral à déterminer l'influence que les inégalités de la structure du globe doivent exercer sur l'atmosphère, M. Rozet montre que la surface supérieure de la masse atmosphérique n'est point parallèle à la surface inférieure moulée sur le globe, et que de là proviennent toutes les variations que l'on observe dans la hauteur moyenne de la colonne barométrique ramenée au niveau de la mer.

La terre s'est déformée par suite de son encroûtement; mais l'atmosphère, restée fluide, a conservé la forme primitive, celle d'un ellipsoïde de révolution.

M. Rozet termine en annonçant qu'il présentera bientôt un travail sur les volcans de l'Auvergne, dont les principaux phénomènes sont des conséquences simples et nécessaires des déformations de notre globe.

M. Constant Prevost demande ensuite à M. Rozet si les faits géologiques s'accordent avec l'hypothèse qu'il vient d'émettre, c'est-à-dire s'il est constaté que les dépouilles des grands animaux, transportées des régions équatoriales vers les pôles, sont d'une époque plus ancienne que les blocs erratiques et les cailloux apportés du N. au S. par le refoulement de ces mêmes eaux des pôles vers l'équateur. Dans ce cas, dit-il, les sillons observés à la surface des roches auraient été produits dans la seconde période du phénomène. Mais la théorie proposée, continue M. Prevost, pourrait-elle expliquer comment de grands mammifères auraient été transportés à une pareille distance, sans être détruits par les chocs et les frottements de diverses sortes qui ont dû avoir lieu dans un tel cataclysme, et, d'un autre côté, peut-on s'expliquer comment les premiers courants n'auraient entraîné que des animaux, tandis que les seconds n'auraient charrié que des pierres? Enfin, relativement à la manière dont M. Rozet déduit de l'application du calcul les irrégularités de la surface de la terre, M. Constant Prevost y voit la confirmation de ce qu'il avait objecté lui-même lorsque la théorie des soulèvements fut proposée, c'est-à-dire que les vides produits entre l'écorce solide et la masse fluide interne ont donné lieu à des affaissements de cette même écorce, et que les rides que nous voyons aujourd'hui à la surface sont le résultat de dépressions et non de véritables soulèvements.

M. Rozet répond que, dans la communication qu'il vient de faire, il s'est uniquement appuyé sur les faits déduits du calcul, et qu'il doit les admettre comme des conséquences rigoureuses données par les observations astronomiques et géodésiques, qui se confirment réciproquement. Je ne me suis point préoccupé, ajoute-t-il, des considérations purement géologiques, quoique à certains égards elles puissent se concilier avec les faits que j'ai présentés. Ainsi, le mouvement des eaux de l'équateur aux pôles a pu être assez lent,

tandis que leur refoulement vers les régions méridionales a pu être, au contraire, brusque et très rapide. Cette différence dans la vitesse pourrait donc expliquer la différence des matériaux transportés. Quant aux hypothèses d'abaissement et de soulèvement de certaines parties de l'écorce terrestre, je ne m'en suis point préoccupé non plus, car l'une et l'autre théorie s'accordent également bien avec les résultats déduits du calcul.

M. Angelot fait observer que, dans la supposition de déplacements de l'axe de rotation du globe terrestre, il a dû se produire, après chaque renouvellement du phénomène, un certain nombre d'oscillations qui ont pu contribuer à compliquer les résultats, ou les traces que les masses d'eau avaient laissées sur leur passage.

M. Leblanc fait aussi remarquer que la direction suivant laquelle les blocs erratiques du N. de l'Europe sont dispersés, est différente de ce qu'elle aurait dû être s'ils avaient été charriés par un courant d'eau, car on sait que tout courant venant du N. prend une direction N.-E., à cause de l'augmentation de développement des parallèles. C'est ainsi que les vents amenant l'air du N. prennent la direction N.-E.

M. Paillette présente quelques observations sur des couches tertiaires avec lignites fortement redressées, près d'Agro-Monte, dans le sud de l'Italie.

Après quelques remarques de M. Thirria sur les caractères de ce lignite, M. Angelot communique la note suivante.

Sur les causes des émanations gazeuses provenant de l'intérieur du globe.

Le métamorphisme des roches, par suite de l'émanation de substances gazeuses arrivées de l'intérieur du globe, est un fait aujourd'hui admis par un grand nombre de géologues. Présentement encore, l'azote, l'hydrogène, l'acide carbonique, l'acide sulfureux, l'acide hydrochlorique, l'eau à l'état de vapeur, l'hydrogène sulfuré, etc., se dégagent journellement, soit de certaines sources, soit des solfatares et cratères de volcans, soit de

certains puits et cavernes des terrains volcaniques, soit des fissures du sol pendant les tremblements de terre, soit enfin des laves épanchées pendant la durée très longue de leur refroidissement. Nous n'ajoutons pas à la liste de ces substances le soufre, l'acide sulfurique et l'ammoniaque, qui se manifestent à l'orifice de certains volcans ou de sources thermales, et ne paraissent être que le résultat, à cet orifice même, des réactions sur l'atmosphère et entre eux des différents gaz précités; ni certains carbures d'hydrogène qu isemblent ne pas provenir d'une profondeur plus grande que le terrain carbonifère. Mais il serait peut-être bon d'y ajouter encore quelques autres substances, telles que l'acide borique hydraté, le carbonate de soude et le sulfate de magnésie, que l'on trouve en solution dans certaines eaux thermales ou dans le voisinage de fumaroles. La recherche des causes qui peuvent produire ces émanations nous a donc paru n'être pas sans intérêt.

La propriété qu'a l'eau de dissoudre des corps, soit gazeux, soit liquides, soit solides, ne paraît pas être une propriété qui lui soit particulière, mais une propriété assez générale de la matière à l'état liquide; une propriété des corps simples, et des métaux notamment, comme des corps composés Si l'eau ou protoxide d'hydrogène dissout l'air, le mercure le dissout aussi. Seulement, la nature des corps, leurs affinités réciproques ont une grande influence sur la solubilité des uns par les autres. Ainsi, l'eau qui, à nos températures moyennes, paraît être le dissolvant par excellence, dissout 37 fois son volume d'acide sulfureux à la température de $+ 20^{\circ}$ sous la pression de $0^{m},76$, et paraît ne pouvoir dissoudre aucun métal. Le mercure, au contraire, paraît ne pouvoir pas dissoudre la moindre quantité d'acide sulfureux, mais il dissout un grand nombre de métaux dans des proportions diverses. La chaleur favorise la solubilité des corps solides, paraît sans influence sur celle des corps liquides, et diminue la solubilité de ceux qui sont gazeux. La pression ne paraît avoir d'influence que sur la solubilité des corps gazeux, et elle l'augmente beaucoup. Il s'établit donc, pour la dissolution des gaz, une certaine relation entre la chaleur et la pression; l'une augmentant leur force expansive et tendant à les expulser des liquides; l'autre contre-balançant cette force expansive et tendant à les y condenser, de telle sorte que, quelle que soit l'élévation de la température d'un liquide, les gaz qui y sont en dissolution semblent pouvoir s'y maintenir s'il existe une pression suffisante. Au contraire, la pression restant la même, une augmentation suffisante de température peut mettre en liberté une partie des gaz dissous. C'est

ainsi que, pour purger le mercure de l'air qu'il peut contenir en dissolution, on le soumet à l'ébullition sous la pression atmosphérique, afin que cet air ne vienne pas à se dilater dans le vide barométrique, c'est-à-dire que l'on augmente par une élévation de température la dilatabilité de l'air pour qu'elle surmonte la pression atmosphérique. Il en résulte l'expurgation du mercure, ou plutôt une dissolution d'air en quantité d'autant moindre que la température a été plus élevée. Cette élévation de température est limitée d'ailleurs par la vaporisation totale ou l'oxidation possible du mercure. Très probablement il ne peut pas y avoir là expurgation complète, absolue, pas plus qu'il n'y a vide absolu sous le récipient de la machine pneumatique. Comme chaque coup de piston raréfie davantage l'air enfermé sous le récipient, sans pouvoir jamais l'extraire entièrement, de même chaque degré d'élévation de température doit diminuer la quantité d'air en dissolution dans le mercure sans jamais l'expulser entièrement. La possibilité de combinaisons nouvelles ou celle de la vaporisation du liquide dissolvant sont d'ailleurs un obstacle à l'élévation indéfinie de la température. Partant, un corps liquide, une fois qu'il a dissous un corps gazeux, semble ne pouvoir jamais en être purgé complétement par une simple élévation de température. Mais la faculté qu'ont les corps liquides de dissoudre les corps gazeux ou autres est une propriété qui semble tenir à leur état, et non une propriété particulière à la matière dans tous les états. Il en résulte que cette propriété doit cesser lorsque l'état vient à changer. Ainsi, lorsque l'eau passe de l'état liquide à l'état solide, lorsqu'elle devient glace, l'air qui y était dissous se dégage ou forme les bulles qu'on y remarque alors emprisonnées, parce qu'elles ont été arrêtées dans leur ascension vers la surface par la solidification préalablement opérée de cette surface. La solidification d'un corps liquide peut donc mettre en liberté tout ou partie des gaz dissous. Un abaissement de température suffisant pour la solidification du corps peut donc être, jusqu'à un certain point, plus efficace qu'une élévation pour le purger des corps tenus en dissolution.

Maintenant, passons à l'application de ces principes au refroidissement graduel du globe. Nous avons cherché à établir, dans un mémoire lu à la Société dans sa séance du 17 février 1840 (tom. XI, pag. 136 et suiv. de son Bulletin), que la terre, à son origine, ayant dû exister dans l'espace à l'état gazeux, la diffusion des gaz avait dû mêler d'abord assez uniformément dans l'ensemble de sa masse les diverses matières, alors toutes dans le même état;

que la concentration ayant marché par suite de l'attraction, le plus grand nombre était passé graduellement à l'état liquide, chacune se plaçant probablement d'autant plus près du centre qu'elle était plus dense. Celles qui ont persisté alors à l'état gazeux ont dû se porter à la surface, mais elles n'ont pas dû s'y porter en totalité. Une partie a dû être saisie en quelque sorte et dissoute par les matières qui passaient à l'état liquide. La quantité ainsi dissoute a donc dû être d'autant plus grande que la pression était plus considérable, en sorte que malgré l'élévation prodigieuse de la température à une certaine profondeur, il doit s'y trouver nécessairement beaucoup de gaz et de vapeurs en dissolution. Le rayonnement dans l'espace de la surface du globe ayant amené sa solidification, le flux de chaleur s'est établi régulièrement par suite de l'épaisseur que l'écorce a acquise, et la marche du refroidissement est arrivée à l'état final. Le refroidissement d'une sphère arrivé à l'état final étant proportionnel pour chaque point de sa masse, et la température décroissant du centre à la surface, il en résulte qu'une faible diminution du flux de chaleur à la surface du globe terrestre correspond à un abaissement de température d'autant plus considérable pour un point intérieur du globe que ce point est plus près du centre. L'écorce a atteint maintenant et depuis long-temps une assez grande épaisseur. Elle se compose de matières très oxidées. Si la chaleur, dans les limites où nous observons, est toujours un élément, un facteur, un coefficient du volume d'un corps, la même quantité de calorique ne fait pas varier le volume de tous les corps d'une même quantité. Ainsi, généralement, les métaux semblent se dilater plus pour une même quantité de chaleur que les corps très oxigénés. Or, une foule de circonstances, que nous nous abstiendrons d'énumérer ici, nous portent à penser que l'intérieur du globe est plus particulièrement composé de substances à l'état métallique. L'état des corps a sur leur dilatation par la chaleur une influence bien plus grande encore que leur nature respective. Ainsi, les gaz et les vapeurs se dilatant plus que les liquides, et les liquides plus que les solides, il a donc dû arriver un point où la contraction de l'écorce n'a plus suivi celle de la sphère liquide intérieure, peut-être en partie à cause de la plus grande *métallicité* de l'intérieur; mais, probablement surtout, à cause de la différence d'état et du plus grand abaissement de température. Lorsque la tension n'a plus suffisamment soutenu l'écorce, la voûte s'est écrasée pour s'appliquer sur la sphère intérieure, et une série de phénomènes du

même genre a dû se reproduire un grand nombre de fois, et se renouvellera peut-être encore.

De cette théorie bien connue, par laquelle on explique le soulèvement successif des chaînes de montagnes, on peut tirer aussi l'explication du dégagement des matières gazeuses qui proviennent de l'intérieur de la terre, phénomène qui n'apparaît plus alors que comme une conséquence nécessaire de son refroidissement graduel. En effet, la séparation qui s'opère de plus en plus entre la sphère liquide et l'écorce solide par suite de l'abaissement progressif de la température doit avoir pour résultat, peut-être en premier lieu, de rendre à la couche superficielle de la sphère intérieure la mobilité, une certaine indépendance de molécules, qui, à la surface de notre globe et dans les limites de nos expériences de pression, sont un des caractères des liquides, mais dont nous nous faisons difficilement une idée sous une pression énorme; puis de faire passer graduellement à l'état de vapeurs une partie de cette même couche liquide, à mesure que diminue la pression qui la maintenait à cet état malgré l'extrême élévation de la température. Alors aussi, sans doute, les corps les moins volatils doivent peu à peu se précipiter sur la partie interne de l'écorce pour y cristalliser.

Un autre effet de la séparation de la sphère liquide et de l'écorce solide doit être de permettre aux substances gazeuses dissoutes dans la masse liquide de s'en dégager en partie, et peut-être aussi de faciliter entre toutes ces matières liquides ou gazeuses des actions chimiques. Ces actions ont quelquefois pour résultat de rendre un composé plus volatil, plus dilatable que ses éléments pour un même degré de température et de pression, ou de mettre en liberté par la décomposition un ou plusieurs des élements plus volatils ou plus dilatables que le composé d'où ils proviennent.

Cette dernière cause du développement des matières gazeuses, les actions chimiques, doit jouer un certain rôle, mais qui ne semble pas devoir être le plus considérable. Cependant, si la supposition d'Olbers, sur l'explosion d'une planète d'où seraient provenues les quatre petites planètes ultra-zodiacales, est fondée, cette explosion semble ne pouvoir guère être attribuée qu'à ce seul mode de dilatation plus grande des substances gazeuses sans augmentation de température. L'analogie nous conduit à considérer comme très probable l'identité de composition des divers corps célestes, et des planètes en particulier; il faudrait donc lui reconnaître une certaine importance; mais le dégagement des gaz

dissous dans la masse liquide paraît devoir être une cause plus considérable d'émanations gazeuses.

Ainsi, par exemple, le gaz acide carbonique, qui se dégage lentement et d'une manière continue de certaines grottes des terrains volcaniques et des eaux des sources thermales acidules, semble difficilement pouvoir être attribué à une nouvelle combinaison chimique qui se formerait alors, par exemple, à une combustion ou oxidation intérieure de carbone. Il ne semble pas davantage qu'on puisse le considérer comme résultant de la décomposition de carbonates où il serait tout formé, par l'intervention d'autres acides, dont il faudrait d'ailleurs expliquer aussi l'émanation lente, graduelle et continue. On doit en dire autant des vapeurs d'eau et autres substances gazeuses qui se dégagent des laves pendant leur refroidissement, et cela quelquefois pendant plusieurs années après leur sortie à la surface du sol. Leur solidification, d'autant plus lente qu'elles sont plus épaisses, se faisant avec une extrême lenteur, achève d'expulser, au fur et à mesure qu'elle se produit, des gaz que la diminution de pression n'avait pas suffi pour mettre en liberté, et qui y restaient engagés sous la pression atmosphérique et celle aussi des couches supérieures, qui peut avoir quelque valeur quand les laves ont une certaine épaisseur. Le passage de ces vapeurs au travers de la surface déjà solidifiée peut être aidé peut-être par les actions électro-chimiques, développées non seulement par le changement d'état et l'hétérogénéité des matières de la lave, mais sans doute aussi par la différence de l'état thermométrique des deux faces de la couche de lave déjà figée. Il semble donc difficile de ne pas admettre cette dissolution des gaz et de l'eau elle-même, soit réduite à l'état gazeux ou peut-être à ses deux éléments composants, qui se combinent aussitôt que la température le permet.

Ce mode de dégagement des gaz et des vapeurs semble bien expliquer les effets que nous leur voyons produire. En effet, à mesure qu'il y a abaissement de la température, et par suite de la pression intérieure, les matières gazeuses dissoutes doivent s'échapper non seulement des couches superficielles de la sphère liquide, mais graduellement et de plus en plus des parties profondes. A mesure qu'une bulle partie d'un lieu profond s'élève, elle doit se dilater d'autant plus qu'elle arrive à chaque instant à une couche où la pression est moindre que dans celle qui l'a précédée. Cette ébullition même doit tendre à mélanger les diverses couches liquides de l'intérieur du globe, et à rendre les différences de température moins grandes entre elles qu'on ne les déduirait du calcul

appliqué à la masse liquide supposée dans un repos parfait. Peut-être même ces filons, si recherchés par l'avarice des hommes, où se trouvent, mais toujours en si petites quantités, les métaux les plus denses, tels que l'or et le platine, ne doivent-ils la présence de ces métaux qu'à cette ébullition qui en entraînerait de faibles traces à l'état liquide des profondeurs où les relègue leur densité, et à une température tellement élevée, qu'arrivés subitement à des couches où ils sont soumis à une pression moindre, ils se subliment et vont s'y déposer. Tout au moins alors leur présence dans ces filons, malgré leur excessive pesanteur spécifique, fait-elle supposer qu'une petite quantité de ces métaux précieux est en dissolution dans des couches assez peu profondes de la sphère liquide.

Il doit donc arriver à la surface liquide d'immenses bulles de gaz qui viennent y crever avec une force ascensionnelle et une force d'expansion considérables. De là accumulation graduelle et croissante de ces gaz et vapeurs dans les cavités internes de l'écorce du globe, soit que ces cavités soient dues à des effets de retrait, ou à la différence de conductibilité et de perméabilité pour la chaleur, des diverses parties de l'écorce du globe, ou à quelque écroulement partiel et local. De là une ébullition formidable, qui est sans doute la cause des tremblements de terre, de ces détonations et de ces bruits souterrains, qui les accompagnent quelquefois, et dont l'origine est assez peu expliquée; puis dégagement de ces substances par infiltration en quelque sorte, lorsqu'elles rencontrent des roches qu'elles peuvent pénétrer et métamorphoser, ou traverser seulement par suite de leur porosité, ou encore, et c'est le cas le plus fréquent sans doute, ou du moins le plus souvent observé actuellement, par des fissures du sol ou des cheminées volcaniques. Enfin, elles vont se répandre dans l'atmosphère, s'y déposer, si elles sont susceptibles de se liquéfier ou solidifier à la température extérieure, ou métamorphoser les roches qu'elles rencontrent au passage, et dont les éléments peuvent se mêler ou se combiner avec elles. C'est ce qu'on peut observer dans les cratères des volcans en activité et dans les solfatares, qui présentent à divers degrés des altérations de roches par les substances gazeuses, de véritables métamorphoses.

Malgré la complaisance avec laquelle nous nous sommes laissé aller au développement de cette hypothèse, nous avouerons que nous avons conçu de grands scrupules sur le point de savoir si les vapeurs et les gaz dissous dans les matières liquides intérieures peuvent s'en dégager par suite de la simple diminution de pression

résultant de la séparation de la sphère liquide et de l'écorce solide, parce qu'il ne serait pas impossible d'établir par le calcul que la diminution de la température à de grandes profondeurs, marchant plus rapidement que la diminution de la pression par ce moyen, fît bien plus que la compenser. Et puis il semble que dans les périodes ultérieures, avant chacun des écroulements de la voûte qui a précédé la période actuelle, la sphère liquide a dû déjà être à plusieurs reprises successives déchargée d'une pression à peu près égale, qu'alors elle a dû se purger de toutes les substances gazeuses qui pouvaient s'en échapper sous cette pression, et qu'on ne sait guère alors comment elle a pu s'en saturer de nouveau. Serait-ce le résultat de gaz mis en liberté par les matières qui depuis sont passées de l'état liquide à l'état solide? Est-ce par suite de l'épanchement des eaux de la mer? Nous examinerons plus loin cette dernière possibilité.

L'opinion qui attribue les éruptions volcaniques à une contraction de l'écorce du globe et à la pression qu'elle exerce sur la masse liquide intérieure, rend assez bien compte de l'émission des substances gazeuses par les bouches volcaniques. Les matières liquides, obéissant à la pression, remontent dans les cheminées des volcans, à l'extrémité desquelles, débarrassées de l'énorme pression qu'elles supportaient, elles se déchargent des gaz et vapeurs qu'elles tenaient en dissolution; mais on ne voit pas aussi bien comment expliquer leur dégagement pendant les tremblements de terre et par les sources thermales; mais d'un autre côté ce système nous paraît rencontrer aussi une bien plus grave objection. Les éruptions volcaniques étant le résultat de la simple pression de l'écorce solide sur l'universalité de la masse liquide, comment se fait-il que tous les volcans dont l'orifice est à une même distance du centre de la terre ne fassent pas éruption au même moment, ou que ceux qui sont moins élevés se reposent pendant qu'il y a déversement de lave par un orifice plus élevé? En tout cas, cette hypothèse, comme la première, entraîne nécessairement l'idée de la dissolution première de substances gazeuses et de vapeurs d'eau dans les matières minérales liquides de l'intérieur du globe.

M. Piria, chimiste de Naples, explique la formation de vapeurs d'eau, de soufre et d'acide sulfureux dans les fumarolles de la solfatare de Pouzzoles par des réactions complexes de l'hydrogène sulfuré sur l'air atmosphérique, excitées par une action particulière des laves basaltiques et autres laves, analogue à celle de l'éponge de platine sur un mélange d'hydrogène et d'oxigène. Cette

ingénieuse explication paraît fondée et peut rendre compte du dégagement apparent d'une quantité de vapeurs d'eau là où il se dépose beaucoup de soufre, et peut-être dans les laves non encore refroidies long-temps après leur sortie du cratère. Mais elle ne paraît pas suffisante pour expliquer la grande quantité de vapeurs d'eau produite par certains volcans, et en particulier par le Vésuve, où la formation du soufre est si rare, et la présence de l'hydrogène sulfuré si douteuse. Nous ne voyons pas d'ailleurs comment on en tirerait la formation de ces grosses bulles gazeuses qui viennent crever dans la lave liquide et la faire fluctuer au fond du cratère, en produisant des détonations semblables à celles des pièces d'artillerie du plus fort calibre, ainsi que nous avons eu occasion de l'observer dans le cratère du Vésuve pendant une éruption à la fin de mars 1835.

L'existence d'une certaine quantité d'eau parmi les matières de l'intérieur du globe n'est-elle pas prouvée d'ailleurs par sa présence dans de grandes masses minérales d'origine éruptive, telles que les roches serpentineuses et diallagiques, les chlorites, les talcs, certains micas des granites, etc., etc.?

Le système qui attribuerait tous les phénomènes volcaniques et d'émanations gazeuses à l'épanchement des eaux de la mer sur les matières incandescentes de l'intérieur du globe serait d'une simplicité apparente beaucoup plus grande. En y ajoutant seulement l'introduction de l'air atmosphérique, peut-être même seulement de celui que les eaux de la mer peuvent tenir en dissolution, on pourrait se rendre compte, jusqu'à un certain point, des produits gazeux par le seul effet d'une grande combustion intérieure de carbone et de soufre. La combustion du carbone et du soufre, en décomposant l'air, expliquerait les dégagements de gaz acide carbonique, d'azote et d'acide sulfureux. L'eau de mer donnerait immédiatement les vapeurs d'eau d'abord; puis sa décomposition, par l'énorme température de l'intérieur, produirait de l'oxigène pour servir à la combustion du soufre et du carbone. Il en résulterait encore par suite la production des acides carboniques et sulfureux, les émanations d'hydrogène et l'acide hydrochlorique par la décomposition du muriate de soude que l'eau contient, etc.

Aussi la proximité des bords de la mer, où se trouve le plus grand nombre des volcans actuels, a-t-elle été regardée comme pouvant contribuer à leurs éruptions. On a supposé qu'il y avait pour chacun d'eux un canal particulier qui mettait leur foyer en communication avec les eaux de la mer en s'ouvrant accidentellement pour permettre l'épanchement des eaux, produisait les érup-

tions passagères, et se refermait ensuite. On n'a d'ailleurs jamais bien expliqué ces singuliers jeux de robinets qui se trouveraient ainsi placés près de chaque volcan : aussi n'est-ce pas tout-à-fait de cette manière que nous concevons le phénomène dans sa réalité, pas plus que nous ne lui attribuons la production totale des matières gazeuses, telles que nous venons de l'indiquer ; mais un examen très attentif nous a porté à considérer l'épanchement des eaux superficielles comme une cause contingente, sinon la plus importante, des éruptions volcaniques.

La partie exondée de l'écorce du globe nous présente, soit passagèrement lors des tremblements de terre, soit continûment même par l'orifice des sources thermales gazeuses, soit enfin par la bouche des volcans eux-mêmes, des canaux ou fissures qui, par le dégagement même des vapeurs qu'ils exhalent, nous indiquent leur communication avec l'intérieur du globe, dont ils sont en quelque sorte des soupiraux. Les nombreux filons métalliques, qui ne sont que de semblables fissures remplies par des sublimations, nous prouvent aussi les fréquentes communications qui se sont ouvertes à différentes époques, et maintenues plus ou moins long-temps entre l'extérieur et l'intérieur du globe, et cela en un bien grand nombre de points et dans toutes les parties du sol exondé. Le sol exondé ne forme que le quart environ de la surface du globe. Le nombre des ouvertures, fentes, fissures ou trous, qui y existent encore dans l'état actuel dans les diverses contrées, est assez considérable ; or, on ne voit pas pourquoi il n'existerait pas de semblables ouvertures dans les trois autres quarts de l'écorce terrestre qui sont immergés. Il y a donc une assez grande probabilité qu'il en existe aussi, et c'est l'absence absolue de semblables ouvertures dans le sol sous-marin qui serait extrêmement improbable.

Cela posé, examinons ce qui doit se passer dans une semblable ouverture du sol sous-marin, s'il en existe. Admettons, ce qui est encore très probable, que l'écorce terrestre exondée et l'écorce inondée ont à peu près la même épaisseur. La température du fond de l'Océan, à de grandes profondeurs, est d'environ + 2°,5 centigrades, ainsi qu'il résulte de nombreux sondages. On admet que pour que la plus grande partie des roches volcaniques puissent être fondues, il faut une température d'au moins 12 à 1500°. Prenons pour accroissement moyen de la température du sol sous-marin à mesure que l'on s'y enfonce de 1 degré par 32 mètres, comme on le trouve pour le sol de Paris, et supposons, ce qui est probablement même exagéré, que cet accroissement se

continue avec la même rapidité jusqu'à la profondeur où se rencontre la température de 1500°. En prenant ainsi, pour avoir des nombres ronds, un accroissement moyen de 3° pour 100 mètres de profondeur, nous aurons pour épaisseur approximative de l'écorce solide du globe environ 5 myriamètres. Nous pouvons placer l'origine de cette ouverture dans les parties les plus profondes de l'Océan ; mais pour asseoir un exemple de calcul, sans exagération de la profondeur, supposons-la à 2000 mètres au-dessous de la surface de la mer, profondeur qui a été bien dépassée par certains sondages. Une colonne d'eau de mer de 10 mètres de haut représente à très peu près la pression d'une atmosphère. 2000 mètres vont donc nous donner d'abord une pression de 200 atmosphères. Cette pression produira la force avec laquelle l'eau s'engouffrera dans l'ouverture pour tomber sur la masse liquide incandescente. La colonne d'eau descendante, à partir de son origine jusqu'au grand foyer général, sera égale en hauteur à l'épaisseur de l'écorce terrestre, c'est-à-dire qu'elle aura 5 myriamètres de hauteur et produira une pression de 5000 atmosphères, à ajouter à la pression de 200 atmosphères donnée par la profondeur de la mer en ce point ; la température étant supposée à 0°, et la pression de $0^m,76$. Maintenant, combinons ces diverses données avec celles que nous possédons sur la force élastique de la vapeur aqueuse. Dans le grand travail que M. Biot a communiqué à l'Académie des sciences au mois de janvier de l'année dernière, il a annoncé que, de l'ensemble des expériences faites par MM. Arago et Dulong, par M. Taylor et par M. Gay-Lussac sur la force élastique de la vapeur aqueuse, il avait pu déduire pour les lois de cette force une formule générale, qui les représente par des formes paraboliques d'une manière parfaitement conforme aux observations, et qu'il résulte de l'expression de cette force elle-même qu'elle tend graduellement vers un maximum qu'elle n'atteindrait qu'à une température infinie, et qui s'élèverait alors à environ 1200 atmosphères.

Nous sommes bien loin, dans l'hypothèse dont je m'occupe, d'avoir une température infinie, puisque nous avons seulement celle de 1500° ; mais allons même, si l'on veut, jusqu'à admettre le maximum de la force élastique de la vapeur, nous aurons toujours au plus une puissance de 1200 atmosphères. Or, ainsi que nous venons de le dire tout-à-l'heure, l'eau nous donne à la base de la colonne une pression bien supérieure encore. Il semble donc impossible qu'elle se convertisse en vapeur, et nous la trouvons là, quoiqu'en communication avec la surface du globe, maintenue

à l'état liquide au contact des roches liquéfiées par la chaleur (1). C'est un résultat qui vous surprendra sans doute, et auquel nous étions loin de nous attendre lorsque nous avons commencé à nous livrer à l'examen de cette question.

Mais comme à partir de 100° la force élastique de la vapeur croît d'abord avec une très grande rapidité pour chaque degré d'accroissement de température, on peut se demander si la colonne d'eau échauffée par les parois du canal qui la contient ne pourrait pas acquérir, à une certaine distance de son origine, une force élastique supérieure à la pression supportée dans cette partie, et alors s'y vaporiser. Or, on trouve qu'à 1 myriamètre environ de profondeur la température du sol doit être de 300°. A cette profondeur, la colonne d'eau donne une pression de 1000 atmosphères environ, à laquelle il faut ajouter, comme ci-dessus, 200 atmosphères pour la profondeur de la mer, ou un total de 1200 atmosphères. Or, cette pression est égale au maximum de la force élastique de la vapeur aux plus hautes températures, et, d'après les tables calculées par M. Biot d'après sa formule, la force élastique de la vapeur aqueuse à 300° est seulement de 85 atmosphères. La colonne doit donc rester entièrement liquide dans toute sa longueur.

Nous n'avons tenu compte, pour calculer la pression exercée par la colonne d'eau, ni de la dilatation de l'eau à l'état liquide, ni de sa compressibilité. La dilatation de l'eau de 0° à 100° est de 1/23 de son volume à 0° pour l'eau distillée, et de 1/20 pour l'eau saturée de sel marin. En se servant, faute d'autres données, de ce dernier coefficient pour l'appliquer en le quadruplant à la totalité d'une colonne d'eau de mer de 10,000 mètres de haut, chauffée de 3 à 400°, quoiqu'en réalité les diverses parties de cette colonne soient inégalement échauffées et que leur température décroisse jusqu'à 2°,5 en allant de bas en haut, on trouvera qu'elle doit être allongée d'un cinquième pour donner une pression de 1,000 atmosphères. A la profondeur de 12,000 mètres, la température est d'environ 360°. Les tables de M. Biot ne donnent pas la force élastique de la vapeur pour cette température ; mais

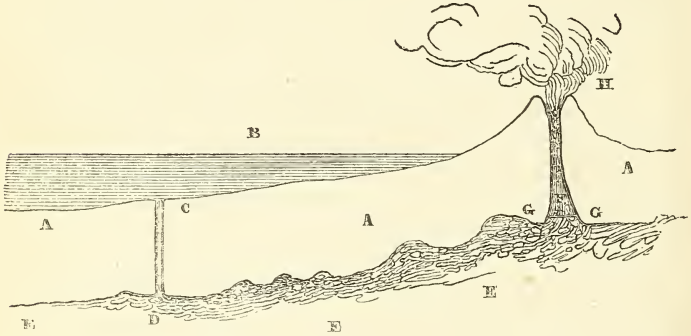
(1) La nature nous présente un exemple frappant de l'eau maintenue à l'état liquide à une température bien supérieure à 100°. M. E. Robert a trouvé que dans le bassin du grand Geyser d'Islande à 50 pieds environ de profondeur, la température de l'eau était à + 124° centigrades, résultat de la pression des couches liquides supérieures ajoutée à celle de l'atmosphère.

comme à 300° elle n'est encore que de 85 atmosphères, on ne peut, pour une différence de 60° de température, l'augmenter de plus d'une centaine d'atmosphères en exagérant beaucoup ses accroissements. Il y a donc certitude, ainsi que je l'ai dit, que l'eau resterait à l'état liquide dans toute la longueur de la colonne. Peut-être faudrait-il calculer la dilatation de l'eau liquide avec un coefficient plus rapidement croissant que nous ne l'avons fait; mais on n'entrevoit pas qu'il puisse faire descendre beaucoup plus la profondeur où la colonne d'air donnerait une pression de 1,200 atmosphères. D'ailleurs il est probable que la dilatation de l'eau liquide a une limite comme la force élastique de sa vapeur. Nous n'avons pas tenu compte non plus de sa compressibilité, qui contre-balance un peu sa dilatabilité. Dans les limites des expériences faites, dans lesquelles la pression n'a pas dépassé 23 atmosphères, la compressibilité est restée proportionnelle à la pression, et s'est trouvée seulement de 0,000045 du volume par atmosphère. Cette petite quantité ne combattrait que bien faiblement la dilatation; mais il y a quelque lieu de penser que l'eau très dilatée par la chaleur est susceptible d'un plus grand degré de compression. Dans la machine de Papin on porte l'eau à une température très élevée, sans s'occuper en quelque sorte d'autre chose que de la force élastique de la vapeur. Il faudrait supposer à la machine une résistance bien plus considérable que celle qu'elle a pour résister à la dilatation de l'eau, si l'eau prenait un accroissement de volume énorme de 100° à 5 ou 600°, et que la pression d'une atmosphère ne la réduisît alors que de 0,000045. En somme, et malgré les éléments qu'il est impossible de calculer avec une grande précision, il résulte toujours de cet aperçu la certitude que la colonne d'eau reste liquide dans toute sa longueur, et la probabilité qu'à sa base, la pression est de plusieurs milliers d'atmosphères.

L'effet de l'énorme pression de cette colonne d'eau doit être de déprimer à sa base le niveau des matières minérales, liquides quoiqu'elles soient plus denses, de les fouler, d'y injecter l'eau avec une grande force comme le ferait une pompe foulante poussant un corps fluide, soit liquide, soit même gazeux, dans une masse liquide plus dense. Sous cette pression puissante on peut concevoir alors de nouvelles dissolutions, à de très hautes températures, de l'eau, même liquide, dans les minéraux liquéfiés; on peut comprendre les mélanges, et l'eau entrant comme élément dans la composition d'un grand nombre de roches ignées dans le laboratoire même où elles se forment. De plus, l'eau arrivant

toujours avec une grande rapidité et ne pouvant remonter par l'orifice par lequel elle arrive, doit tendre, par suite de sa pesanteur spécifique moins grande, à s'élever à la surface des matières liquides. Or, ce niveau doit présenter dans les cheminées des volcans terrestres et dans les grandes cavités qui peuvent se trouver à la partie inférieure de l'écorce du globe, une surface plus élevée qu'à l'extrémité inférieure du canal par où l'eau a pénétré, puisque la mer est logée dans les dépressions de l'écorce du globe. C'est donc vers ces cavités, vers ces issues que doit tendre à se porter l'eau introduite en remontant ainsi de l'extrémité inférieure des fissures sous-marines aux volcans terrestres. Nous avons supposé à la mer une profondeur de 2,000 mètres au-dessus de la fissure ; la différence de niveau des matières minérales liquéfiées entre les divers points dont nous nous occupons doit donc être à peu près la même, par suite de l'égalité d'épaisseur supposée à l'écorce terrestre, soit inondée, soit exondée. En prenant 3, densité des basaltes et de la plupart des laves à l'état solide, pour la densité moyenne de cette couche de roches liquides, et ce chiffre semble devoir être plutôt trop fort que trop faible, on trouve que cette couche de 2,000 mètres donne une pression de 600 atmosphères environ. L'eau, en s'élevant graduellement dans cette couche, doit donc passer rapidement à l'état gazeux dès qu'elle arrive à un point où sa force élastique est supérieure à la pression qu'elle supporte, et c'est peut-être dès l'instant de son arrivée au bas de la fissure par laquelle elle s'est introduite. Ces vapeurs, se développant alors avec d'autant plus de ressort qu'elles ont été plus comprimées, doivent produire dans la masse de grandes agitations, de grandes fluctuations, chercher un récipient ou une issue et venir se développer avec plus de liberté le long de l'écorce du globe dans les grandes cavités inférieures et dans les réservoirs des volcans terrestres. Elles doivent produire exactement en ces points les détonations et les effets que nous avons déjà attribués aux gaz présumés dissous dès l'origine dans les matières liquides. Peut-être aussi leur passage rapide, par immenses bouffées sous certaines parties moins résistantes de l'écorce solide, est-il la cause de ces mouvements ondulatoires du sol, de ces tremblements de terre violents qui lui impriment des secousses de bas en haut en faisant entendre quelquefois un bruit étrange et produisant à la surface des fissures par lesquelles émanent des substances gazeuses. On peut concevoir l'accumulation de ces vapeurs dans de grandes cavités existant à l'intérieur de l'écorce du globe, amenant le brisement des parties moins résistantes, l'ou-

verture de bouches volcaniques et *peut-être* même la formation de cratères de soulèvement. Dans les réservoirs particuliers de volcans déjà formés, elles doivent amener une grande ébullition, une sorte de fermentation, une turgescence des matières liquides qu'elles projettent, poussent et élèvent ainsi dans la cheminée du volcan, la colonne de matière ainsi expulsée devant jusqu'au dégagement des vapeurs à l'orifice même du volcan avoir une densité considérablement moindre que les laves liquides par suite du mélange et de l'expansion croissante de cette grande quantité de vapeur. Une figure avec des lettres explicatives fera d'ailleurs mieux comprendre la marche du phénomène.



AAA. Ecorce solide du globe, tant émergée qu'immergée.
B. Eaux de la mer
C. Fissure sous-marine plus ou moins étroite, par laquelle les eaux de la mer se déversent dans l'intérieur du globe.
D. Extrémité inférieure de la fissure où l'eau est en contact avec les matières liquides incandescentes.
EEE. Réservoir général des matières incandescentes liquides ou gazeuses.
F. Cheminée d'un volcan terrestre.
GG. Niveau normal des laves liquides dans cette cheminée quand l'arrivée de vapeurs d'eau ne vient pas provoquer d'ébullition.
H. Orifice d'un volcan terrestre par lequel s'échappe la vapeur produite par l'eau introduite au point D.

Il n'est pas d'ailleurs nécessaire de supposer que chacun des 4 ou 500 volcans que nous connaissons en activité, a une fissure ou un système particulier de fissures qui épancherait pour lui seul l'eau de la mer. Il semblerait même devoir résulter de cette dernière supposition que les éruptions devraient être continuelles dans chaque volcan, ce qui n'est assurément pas. Mais il suffit de supposer une seule fissure pour un certain nombre de volcans, peut-être même à la rigueur une seule pour tous les volcans. Les perturbations, les fluctuations que les vapeurs elles-mêmes, par leur développement apportent dans le réservoir général des matières liquides, les irrégularités et les inégalités intérieures de l'é-

corce solide ne doivent pas toujours déterminer la marche des vapeurs formées en un même point dans une même direction ou dans des directions diverses avec une continuité et une abondance toujours égales pour chacune. Il suit de là que les vapeurs provenant d'une même fissure sous-marine peuvent ainsi se porter sans aucune régularité bien appréciable tantôt vers un volcan, tantôt vers un autre, ou partie vers les uns, partie vers les autres, sans aucune constance dans l'abondance relative de la distribution et en parcourant souvent ainsi de fort grands espaces pour arriver à trouver une issue.

En examinant les effets de la chaleur sur la colonne d'eau descendante par la fissure sous-marine, si nous n'avons pas tenu compte des mouvements relatifs qui doivent avoir lieu entre les molécules de l'eau dans l'intérieur de cette colonne même, par suite de l'échauffement toujours plus grand de chaque tranche de cette veine, relativement à la tranche qui lui est superposée, c'est parce qu'il nous paraît que la marche générale descendante de la colonne entière doit être beaucoup plus rapide que l'ascension relative des molécules d'eau inférieure plus échauffée, qui doivent tendre à se ranger entre elles dans l'ordre de densité que leur assignent des températures différentes. Mais si, par suite de quelque circonstance accidentelle, l'orifice supérieur de la fissure vient à être obstrué, alors la colonne rompue cesse de descendre, lorsque sa pression n'est plus suffisante pour injecter l'eau dans l'intérieur du globe; alors aussi la marche ascendante des molécules d'eau plus chaude a lieu. La colonne s'échauffe promptement dans toute sa hauteur et doit bientôt à sa partie supérieure engendrer des vapeurs en grande abondance et avec une grande force élastique. Alors il peut y avoir aussi, par suite de cette expansion, projection de matières solides en éléments plus ou moins gros, et si les vapeurs ne sont pas toutes condensées et absorbées par suite de la détente qui doit avoir lieu à leur contact avec les couches d'eau froide du fond de la mer, il peut y avoir pendant plus ou moins de temps émission de vapeurs à la surface de la mer. Mais il ne nous semble pas que cette circonstance puisse produire un véritable volcan sous-marin avec des laves et des scories. L'introduction de l'eau, qui se vaporise, ayant lieu par en haut, ne peut pousser par cette voie et projeter au-dehors les laves liquides plus denses qu'elles, et qui se trouvent placées à la partie inférieure. Les volcans sous-marins connus épanchant des laves et des scories ne sont pas en général très éloignés du sol exondé et à de très grandes profondeurs dans la mer; ils ne paraissent pas non plus être très distants des vol-

cans terrestres. Ce ne sont donc peut-être que des ramifications de ces derniers, et nous croyons qu'on doit les considérer en tout cas comme ayant tout-à-fait les mêmes causes d'éruption, c'est-à-dire l'arrivée, à la partie inférieure de leur réservoir, de vapeurs provenant de plus bas.

Sans doute, messieurs, les diverses causes d'émanations gazeuses dont nous venons de vous entretenir ont dû, pour la plupart, se présenter à l'esprit de ceux qui se sont occupés de ce sujet. Nous avions déjà consigné par écrit nos idées en ce qui concerne la dissolution première des gaz et de l'eau elle-même dans la masse liquide de l'intérieur du globe, lorsqu'il y a peu de jours, nous avons entendu M. de Beaumont, dans son cours à l'École des mines, émettre la même idée concernant la vapeur d'eau. Nous nous serions donc dispensé de venir vous apporter ici une paraphrase d'idées déjà répandues dans la science, s'il ne nous avait paru que celles que nous venons de développer ici avaient un caractère de plus grande généralité. Ainsi, tandis qu'il nous semble, peut-être à tort d'ailleurs, que le dégagement des substances gazeuses des laves, pendant leur refroidissement jusqu'à leur solidification complète, n'est que la continuation et comme le dernier terme des phénomènes, le célèbre professeur dont nous parlions tout-à-l'heure, arrêté par cette circonstance que les laves ne sont plus alors soumises à la pression qu'elles supportaient à l'intérieur du globe, se borne à dire que l'émanation des substances gazeuses qui s'en exhalent pendant plusieurs années est un fait bien certain, qu'il faut admettre quoique l'on n'en trouve pas la cause; nous n'avons donc nullement la prétention d'avoir trouvé de ces phénomènes, des explications complétement neuves ou parfaitement satisfaisantes, mais nous croyons avoir précisé les questions à cet égard un peu davantage qu'elles ne le sont généralement. En tout cas, ce serait beaucoup pour nous, si nous étions parvenu à fixer assez votre attention sur elles pour amener des observations nouvelles, et peut-être même des expériences qui pourraient faciliter leur solution.

Séance du 21 *février* 1842.

PRÉSIDENCE DE M. CORDIER.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

L'abbé Guiet, aumônier de l'hospice civil et militaire d'Aix, présenté par MM. Coquand et Michelin.

André (César), propriétaire à Aix, présenté par MM. Coquand et Michelin.

Guirard (Victor), concessionnaire de mines à Puget-les-Fréjus (Var), présenté par MM. Coquand et Michelin.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Desor, une brochure intitulée l'*Ascension de la Jungfrau, effectuée, le* 28 *août* 1841, *par MM. Agassiz*, *Forbes*, *Du Chatelier et Desor*, etc. (extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève*, novembre 1841). In-8°, 56 pag., une planche et une carte.

De la part de M. Alc. d'Orbigny, la 37e livraison de sa *Paléontologie française*.

De la part de M. H. Michelin, la 4e livraison de son *Iconographie zoophytologique*.

Les *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, 1er semestre 1842, nos 6 et 7.

L'Institut, nos 424 et 425.

Le *Bulletin de la Société de géographie*, n° 97.

L'*Écho du Monde savant*, nos 703 à 706.

The Geologist, etc. (Revue mensuelle de géologie, de minéralogie et d'autres sciences, publiée à Londres par Ch. Moxon), In-8°, n° 1. 32 pag., 1 planche. Londres, Baillière.

The Athenæum, nos 746 et 747.

The Mining Journal, nos 338 et 339.

Par suite de la lecture du procès-verbal, M. Leblanc fait remarquer que dans les comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences (t. VI, p. 566, année 1838), M. Élie de Beaumont, dans les instructions qu'il a données pour l'expédition scientifique du Nord, avait recommandé de s'assurer si

les matériaux de transport y constituent de longues traînées en forme de digues dirigées du N.-N.-E. au S.-S.-O., désignées en suédois sous le nom d'*ozar*, et si elles s'étendent toujours sur la surface des faluns ou argiles coquillières. D'après M. Berzélius (*ib.*, p. 567), la montagne porphyrique d'Elfdalen en Dalécarlie semble avoir été passée à l'émeri, suivant une direction rectiligne constante. Toutes les montagnes ont le côté N. usé de cette manière dans la direction du N.-E. au S.-O. Sur le granite, ces raies parallèles sont souvent beaucoup plus profondes et plus larges que sur le porphyre. Le côté S.-O. des mêmes montagnes conserve encore les parties anguleuses produites lors du soulèvement de ces roches. Suivant M. Scoresby (*ib.*, p. 568), les montagnes du Spitzberg présentent des caractères semblables à ceux des glaciers de la Suisse.

M. Leblanc communique ensuite l'extrait d'une lettre de M. Lejeune, qui lui signale la présence, en Angleterre, d'anciennes moraines dans lesquelles on trouve des coquilles fossiles qui appartiennent exclusivement aux mers arctiques, et dont les analogues n'existent plus sur les côtes des îles Britanniques. Ce fait a été pour M. Agassiz une nouvelle preuve de ses idées sur l'existence d'anciens glaciers.

M. Rozet fait observer que M. Élie de Beaumont, en établissant la théorie des soulèvements, s'était servi des données fournies alors par l'astronomie et la géodésie; mais qu'il avait dû consigner les recommandations précédentes dans ses instructions, afin de constater si l'examen des faits confirmerait l'hypothèse que le soulèvement de la chaîne des Andes pouvait être la cause principale du diluvium. Or, les ozars dirigés du N.-N.-E. au S.-S.-O., comme l'a dit M. Durocher, et les stries ou sillons signalés par M. Berzélius répondraient précisément aux suppositions de M. Élie de Beaumont.

M. Martins rappelle à ce sujet la faible profondeur de la mer entre le cap Nord et le Spitzberg, comparée à celle qu'elle atteint dans l'océan Pacifique. L'opinion que la mer devait être plus profonde au pôle qu'à l'équateur ayant été

émise par M. Rozet, M. Martins fait remarquer au contraire que la profondeur la plus grande qu'il ait trouvée entre le cap Nord et l'extrémité septentrionale du Spitzberg, savoir : entre le 71° et le 80° de lat. N., avait été de 870 mètres, tandis que, dans le voisinage de l'équateur, on a sondé par 2,000, 3,000 et même, dit-on, 4,000 mètres. Parmi les sondes rapportées dans la campagne de *la Vénus* (voy. *Annuaire du Bureau des longitudes pour* 1840, p. 289), les deux plus profondes, l'une de 1,828, l'autre de 1,844 mètres, ont été faites dans l'océan Atlantique, la première par 2° lat. N., la seconde par 26° lat. S.

M. Alcide d'Orbigny fait remarquer que, dans les Pampas de l'Amérique du Sud, le grand dépôt à ossements de mammifères est postérieur à celui de cailloux roulés proprement dits.

M. de Verneuil ajoute qu'en Russie les ossements de grands mammifères se trouvent, à la vérité, dans le diluvium, mais qu'il s'en rencontre aussi de semblables dans les alluvions modernes. Ainsi, près de Taganroc, les débris de Mammouth gisent en place dans une couche non remaniée, tandis que ceux des bords de la Viatka sont remaniés et sont dans un dépôt postérieur. La plupart de ceux que l'on trouve encore sur les versants de l'Oural sont dans ce dernier cas, circonstance dont on peut se rendre compte par les inondations et les grands torrents que la fonte des neiges occasionne dans ce pays. Quant aux bois dont a parlé M. Martins, M. Eichwald, qui en a rapporté de Sibérie, les regarde comme provenant du lias, à cause des Ammonites qu'il a recueillies dans les mêmes couches.

M. Rozet pense qu'en vertu de leur moindre pesanteur spécifique les ossements doivent se trouver à la partie supérieure des dépôts diluviens.

M. Leblanc rappelle que M. de Charpentier fait résulter ces mêmes dépôts, des soulèvements de montagne, lesquels coïncideraient aussi avec des époques de grand froid; il y aurait eu ainsi autant de dépôts de ce genre qu'il y a eu de soulèvements; cependant, continue M. Leblanc, les diluviums les plus anciens se distinguent de ceux dont il est question

par la rareté, si ce n'est par l'absence complète de blocs erratiques, ce qui pourrait faire croire que, dans les premiers temps, il n'y avait que des pluies plus ou moins considérables, tandis que les blocs erratiques, qui appartiennent à des phénomènes plus récents, seraient une conséquence d'un plus grand froid et de l'existence de grands glaciers.

MM. Rivière et d'Archiac rappellent que depuis fort longtemps M. Élie de Beaumont a signalé, dans le Dauphiné et la Provence, deux assises du même genre en stratification discordante et sans doute d'une époque différente.

M. Rozet annonce qu'il a reconnu en Auvergne trois dépôts distincts de cailloux roulés.

M. Constant Prevost admet qu'il doit y avoir eu des transports de matériaux, et par conséquent des diluviums, toutes les fois qu'il y a eu des soulèvements ou des dislocations du sol. Il s'est produit à chacune de ces époques des alluvions, des graviers, des cailloux roulés, etc., objection que M. Prevost avait déjà faite lorsque M. Buckland proposa le mot *diluvium* pour désigner les dépôts d'une époque déterminée.

M. Rozet, à l'appui de cette observation, cite une galerie des mines de Pontgibaud dans laquelle on a trouvé le basalte recouvrant des cailloux roulés, qui reposent eux-mêmes sur une terre végétale remplie de débris d'arbres carbonisés au contact du basalte, et intacts, au contraire, quand ils en sont seulement à quelques pouces de distance.

Le Trésorier présente le buget des recettes et des dépenses proposé par le Conseil pour l'année 1842. Ce projet, mis ensuite aux voix par M. le Président, est adopté.

Budget présenté par HARDOUIN MICHELIN, trésorier, *pour les Recettes et Dépenses à faire pendant l'année* 1842.

RECETTE.

Numéros des articles.	NATURE DES RECETTES.	BUDGET de 1841.	SOMMES admises pour 1842.
1	Reliquat du compte précédent	2,198 15	815 »
2	Cotisations. Année courante	8,100 »	9,000 »
	Arriérées	1,500 »	1,500 »
	De 1843	100 »	100 »
	Une fois payées	600 »	600 »
3	Droits d'entrée	500 »	500 »
4	Vente de Bulletins	200 »	200 »
5	— de Mémoires	500 »	600 »
6	Rentes sur l'Etat	340 »	890 »
7	Recettes diverses	50 »	50 »
8	— extraordinaires	» »	2,600 »
	Totaux	14,088 15	16,855 »

DÉPENSE.

Numéros des articles.	NATURE DES DÉPENSES.	BUDGET de 1841.	SOMMES allouées pour 1842.
1	Agent	1,800 »	1,800 »
2	Garçon de bureau	800 »	800 »
3	Travaux extraordinaires	300 »	200 »
4	Mobilier	300 »	200 »
5	Dépenses diverses	300 »	250 »
6	Ports de lettres	200 »	200 »
7	Bibliothèque	400 »	350 »
8	Impressions et lithographies diverses	200 »	150 »
9	Collections	150 »	100 »
10	Chauffage, éclairage	400 »	400 »
11	Bulletin	3,500 »	3,800 »
12	Port du Bulletin	500 »	600 »
13	Achat de Mémoires	1,500 »	1,500 »
14	Dépenses supplémentaires relatives auxdits	» »	3,850 »
15	Loyer, contributions, assurance	1,100 »	1,100 »
16	Change et retour de mandats	200 »	300 »
17	Session extraordinaire	200 »	150 »
18	Placements de capitaux	600 »	600 »
	Totaux	12,450 »	16,350 »

RÉSULTAT.

La Recette présumée étant de.....	16,855 fr.	»
Et la Dépense de.....	16,350	»
Le Reliquat de 1842 sera de.....	505 fr.	»

Paris, ce 12 janvier 1842.

H. MICHELIN.

M. Alcide d'Orbigny lit la note ci-après :

Sur l'application de l'Hélicomètre à la mesure des coquilles turbinées.

Il est un point de la science sur lequel je me trouve forcé d'appeler l'attention sérieuse des savants. Jusqu'à ce siècle la conchyliologie avait été pour ainsi dire une étude d'amusement où l'on s'attachait principalement à réunir les plus jolies formes, les plus beaux contrastes de couleurs. Bientôt, à l'imitation d'Adanson, Cuvier, en s'occupant des animaux que renferment les coquilles, fit rentrer celles-ci dans le domaine de la zoologie. Jusqu'alors purement arbitraires, les méthodes prirent un cachet tout différent en devenant aussi naturelles que les autres coupes des sciences. Aujourd'hui les choses ont de nouveau changé, un vaste champ est ouvert à l'observation; non seulement on poursuit avec ardeur les découvertes dans un but purement zoologique qui peut améliorer les méthodes, mais encore l'étude des mollusques devenue, par l'adjonction des nombreux fossiles que renferment les couches terrestres, une science d'application, a besoin d'une rigoureuse exactitude sans laquelle les incertitudes, les erreurs s'accroissent et se multiplient de jour en jour et rendent les travaux illusoires.

Lorsque toutes les sciences se sont soumises au calcul, on devait s'étonner que la malacologie à laquelle est réservée la plus belle partie de l'histoire de notre planète, celle des êtres qui se sont succédé à sa surface, fût encore dans le vague le plus complet. Comment, en effet, attacher aux faits toute l'importance qu'ils méritent, lorsqu'ils sont établis d'une manière si incertaine que chacun peut les apprécier à sa guise et leur enlever toute leur force d'application? Si l'on compare entre eux les termes employés pour désigner la longueur d'une coquille spirale, on sera surpris du peu d'accord que présente l'appréciation de

leur valeur. Quand on décrit, par exemple, des espèces du genre Vis (*Terebra*) et qu'on veut distinguer comparativement la longueur de la spire, on dit : spire *courte*, spire *très courte*, spire *allongée*, spire *très allongée*. Ceux qui ont l'habitude des coquilles savent alors la portée relative de ces trois termes dans le genre *Terebra;* mais en décrivant des Cônes (*Conus*) on dit encore : spire *courte*, spire *très courte*, spire *allongée*, spire *très allongée*. Compare-t-on ensuite les même termes dans les deux genres, on voit la spire qu'on appelle *très longue* chez les *Conus* n'être pas, à beaucoup près, aussi allongée que la spire *très courte* chez les *Terebra*. Il faudra nécessairement en conclure que le vague de ces mots ne permet aucune application positive et que la science a besoin d'un langage plus approprié à la hauteur où elle s'est placée, et cela d'autant plus rationnellement que, n'ayant plus pour guide les couleurs de la coquille qui seules préviennent les erreurs chez les mollusques vivants, il faut, chez les coquilles fossiles, s'attacher seulement aux formes.

Frappé de cette vérité je cherchai les moyens de combler une lacune préjudiciable aux progrès des sciences. Les beaux mémoires de MM. Mozelay, Naumann et Élie de Beaumont m'ayant donné la certitude que les coquilles spirales s'accroissent, chez toutes les espèces, dans des proportions mathématiques invariables, il ne restait plus qu'à trouver des moyens justes, d'une facile application et que leur simplicité même rendît usuels. Je crois avoir atteint ce but en inventant un instrument que j'appelle *Hélicomètre*.

Cet instrument se compose de deux branches parallèles, *a b*, fig. 1, pl. III. p. 205, dont l'une est pourvue à son extrémité d'un rapporteur ou demi-cercle divisé en 180°. L'autre sert de vernier ; elle est fixée à la première branche par le moyen d'un pivot qui correspond à l'axe du demi-cercle. Il s'ensuit que ces deux branches s'ouvrant en haut, le vernier vient donner sur le rapporteur le nombre de degrés que forme l'ouverture de l'angle. Une coquille étant placée entre les deux branches jusqu'à ce que celles-ci soient en contact immédiat, parallèlement aux deux côtés du triangle formé par l'allongement spiral, on n'aura plus qu'à regarder le vernier pour savoir quel est l'*angle spiral* de cette coquille qu'on peut indiquer par un chiffre au lieu d'un adjectif vague, et dès lors on en fera une application positive. Je vais néanmoins entrer, à l'égard des mesures, dans quelques détails qui me paraissent indispensables.

Les coquilles turbinées ont presque toutes un angle spiral régulier et toujours identique. Il y a beaucoup d'espèces où un

grand nombre d'individus mesurés m'ont toujours donné, à un degré près, le même angle spiral. Il en est pourtant où cette variation est plus sensible, cela tient alors soit aux réparations de la coquille par l'animal, soit à d'autres causes que je vais expliquer.

Toutes les coquilles turbinées peuvent être divisées, suivant leur angle spiral, en trois catégories. 1° Les coquilles dont l'angle spiral est *régulier* sur toute sa longueur; 2° les coquilles où l'angle spiral est *convexe*, et 3° les coquilles où l'angle spiral est *concave*.

Les coquilles dont l'angle spiral est régulier sur toute sa longueur sont très nombreuses. Pourtant il faut considérer que dans celles-ci même le commencement de la spirale n'arrive pas toujours au sommet de l'angle, ce qui tient à l'accroissement, ordinairement beaucoup plus rapide dans cette partie que dans le reste de la coquille, et qui rend, presque toujours, le commencement d'une spire très obtus par rapport au reste. Pour mesurer ces coquilles, il suffira de les placer entre les deux branches de l'hélicomètre, comme l'est la coquille *c*, fig. 1, et de regarder le vernier *d* pour lire son angle spiral.

Les coquilles dont l'angle spiral est convexe, plus particulièrement connues sous le nom de *pupoïdes*, offrent, au commencement de la spire, un angle spiral différent de celui qu'elles ont plus tard. Cette différence est énorme dans certaines espèces; il conviendra alors de donner toujours les deux angles fournis par la mesure de l'hélicomètre. Quelquefois même, vers la partie antérieure, la coquille se rétrécit tout-à-coup. Alors elle forme un angle rentrant, et il importe d'en indiquer la valeur positive. Chez d'autres, cette convexité est très peu sensible. Par exemple, dans le *Terebra maculata*, fig. 2, l'angle inférieur a montré sur la ligne *a a* de 24 à 25°, l'angle supérieur a donné sur la ligne *b b* de 15 à 17°; la moyenne serait de 20° 25 de degrés. La mesure prise au milieu de la coquille fournit également les mêmes proportions. Ainsi, chez les coquilles dont l'angle spiral est convexe, il pourra néanmoins toujours être apprécié soit en notant les deux angles, soit en indiquant la moyenne prise au milieu de la longueur de la coquille.

Les coquilles dont l'angle spiral est concave sont les moins nombreuses; on peut pourtant citer sous ce rapport le *Cerithium giganteum*. On conçoit facilement qu'il suffit d'une mesure inverse de celles que je viens de décrire. Si, chez les coquilles dont l'angle spiral est convexe, l'ouverture de l'angle diminue aux derniers

tours, elle augmente, au contraire, chez les coquilles où l'angle spiral est concave. Le *Cerithium giganteum* donne au commencement de sa spire concave 15° d'ouverture, tandis que les derniers tours en ont plus de 26. La moyenne serait de 20° 5/10, qu'on la doive au calcul ou à la mesure que donne l'hélicomètre.

Voilà pour la longueur de la coquille. Maintenant l'accroissement de la spire est plus ou moins rapide, et dès lors l'obliquité de la suture ou de la jonction des tours est toujours en raison de cet accroissement. Il convient donc de l'avoir d'une manière positive. A cet effet il suffira de placer une coquille la bouche en bas dans l'hélicomètre, de manière à ce que la branche *b* se trouve parallèle soit à l'axe, soit au côté de l'angle spiral tandis que l'autre branche *a* suivra la ligne suturale de la spire. Il en résultera qu'une mesure prise ainsi (sur la ligne latérale) (1) donnera pour le *Terebra maculata* 92° d'ouverture tandis qu'elle en montrera 109° pour le *Terebra dimidiata*. On voit dès lors que les différences sont très appréciables. J'appellerai cette mesure *angle sutural*, et je ferai remarquer qu'on peut à la fois en déduire la hauteur des tours entre eux et la différence d'accroissement de l'un sur l'autre.

Chez les coquilles de gastéropodes les tours se recouvrent plus ou moins dans l'accroissement d'un tour sur un autre; il s'ensuit que le dernier, depuis le sommet de la bouche jusqu'à la première suture, a beaucoup plus de longueur que la différence d'une suture à l'autre dans les autres tours. Il devient indispensable de connaître ces proportions relatives avec le reste de la coquille. Comme la hauteur du dernier tour est toujours dans des proportions relatives à l'ensemble de la coquille à quelque âge que ce soit, je la prends en centièmes. Je divise la coquille en cent parties (fig. 2, la distance comprise entre A et B), et je vois combien le dernier tour (la distance comprise entre A et C) comprend de ces parties. Le *Terebra maculata* me donne pour le dernier tour 33/100; le *Terebra dimidiata* 20/100; ainsi chaque espèce aura ses proportions bien déterminées.

Jusqu'à présent j'ai pris toutes ces mesures sur des coquilles entières; mais il arrive souvent qu'on ne trouve, dans les couches terrestres, que des fragments ou tronçons plus ou moins complets d'une coquille spirale. Pour peu que ces tronçons réunissent deux tours contigus, on en appréciera facilement la longueur, et l'on pourra également en donner toutes les mesures

(1) Je ne me sers pas de la mesure prise sur l'axe, parce qu'elle est impossible à prendre dans beaucoup de cas.

que je viens d'indiquer. Il suffira de placer les tronçons entre les branches de l'hélicomètre de manière à ce que les deux branches soient parfaitement en contact avec la connexité des tours (pl. III, p. 205, fig. 1 de la lettre *c* à *e*). Il est certain alors que si la coquille est formée d'un angle spiral régulier, la forme du reste de la spire sera indiquée par l'angle de l'hélicomètre, tandis que la graduation en millimètres placée sur le côté de la branche *b* donnera la longueur de la coquille entière, longueur sur laquelle pourront être comparées toutes les autres proportions.

En résumé, pour mettre tout le monde à portée de reproduire par des moyens graphiques et sans calculs les formes mathématiques d'une coquille dont on n'aura qu'une description comme je la comprends, voici la série des mesures nécessaires (en supposant qu'il s'agisse du *Terebra dimidiata*). Je dirai :

Ouverture de l'angle spiral. . .	13 degrés.
Longueur totale.	112 millimètres.
Hauteur du dernier tour par rapport à l'ensemble.	20/100
Angle sutural.	109 degrés.

Ces mesures, comme on va s'en assurer, serviront à reproduire la forme extérieure de la coquille. Je place un rapporteur et je mesure sur le papier 13° d'ouverture (pl. III, p. 205, fig. 4, *a b*) en traçant au milieu l'axe à 6° 1/2, et ployant le papier de manière à ce que le pli *c* passe par cet axe. Je tire mes lignes *a a*, *b b*, qui me donnent de suite l'angle spiral. Je mesure sur la bisectrice de l'angle, 112 millimètres A qui sont la longueur de la coquille et j'ai de suite son périmètre extérieur. Sur cette coquille je prends 20/100 pour la longueur de la bouche, et cela sans calcul, au moyen d'une figure conique (1), pl. III, p. 205, fig. 3, qui, pour tous les diamètres, me donne le nombre de fractions en centièmes. Je rapporte cette hauteur de la bouche A B sur le côté droit de la coquille, j'y place le rapporteur parallèlement au côté de l'angle spiral *b b*, et je marque, à partir de ce point, un angle sutural de 109° B *c*. Cet angle me donne à la fois, en en reployant le croquis sur l'axe par le rapport d'un côté à l'autre, des parallèles tracées *s s* qui sont, de deux en deux, l'expression des distances de chaque tour B C D entre eux depuis le dernier jusqu'au premier. On

(1) M. de Buch a, le premier, employé cette figure pour les Ammonites.

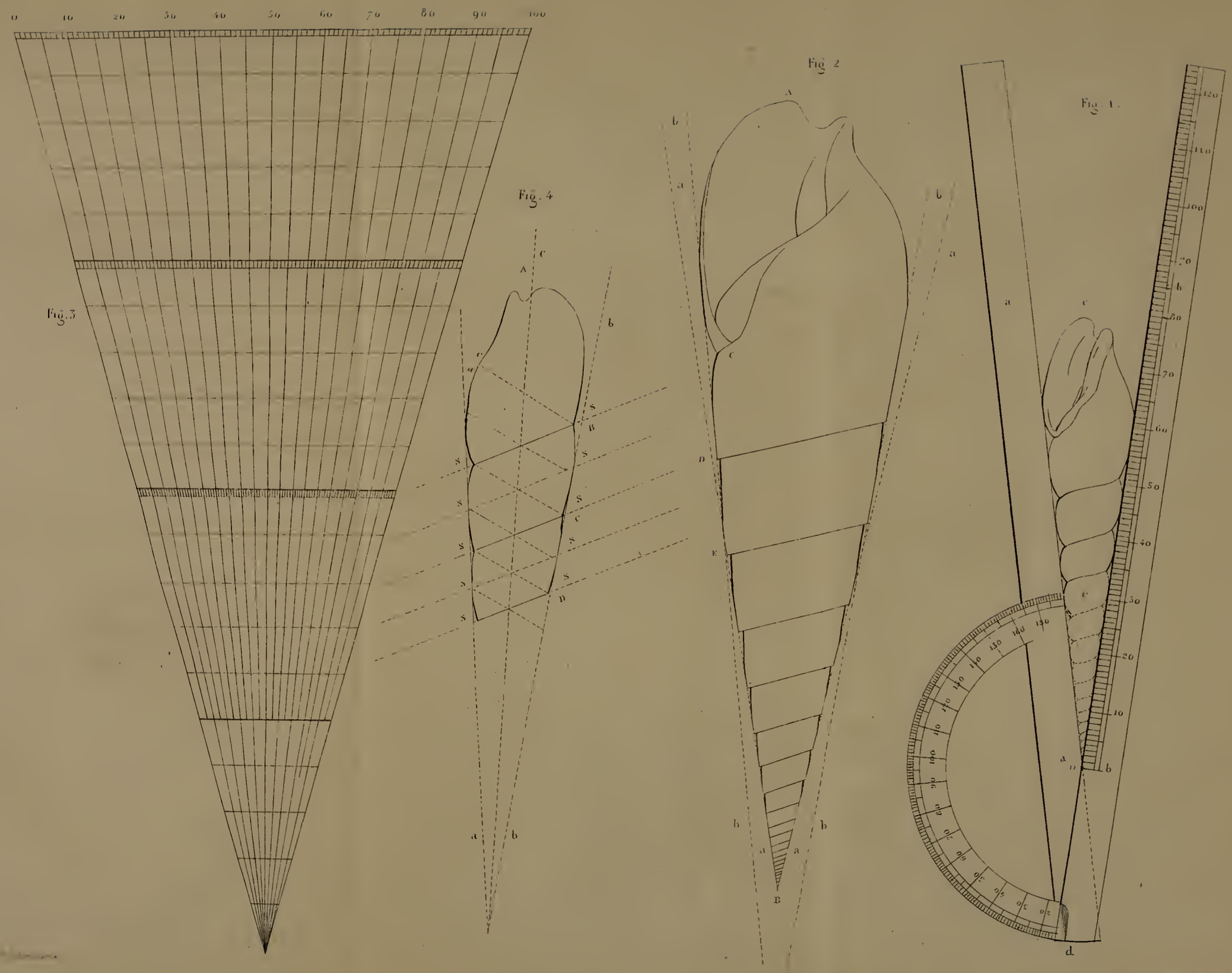


Fig. 1.
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120
A
B
C
D
E
a
b
c
d
S

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

voit ainsi qu'avec quatre mesures prises sur une coquille turriculée, je puis toujours en reproduire la figure mathématique par une opération purement graphique et sans le secours d'aucun calcul.

Créer une méthode accessible à toutes les intelligences, donner une application simple et précise à la description d'êtres dont l'étude est indispensable à la géologie, épargner les opérations mathématiques aux géologues et aux conchyliologistes tout en leur offrant les moyens de fixer irrévocablement les proportions des coquilles au point d'en reproduire les figures sans avoir sous les yeux les objets eux-mêmes, remplacer des termes vagues et sans valeur par un procédé positif et rigoureux, tels sont les motifs qui m'ont guidé dans ce travail, tel est le but que je me trouverais heureux d'avoir atteint.

M. Constant Prevost communique verbalement à la Société plusieurs observations qui lui paraissent démontrer que les sables et les grès supérieurs des environs de Paris ont été colorés long-temps après leur dépôt, et à diverses reprises, par des oxides de fer, de manganèse et de cobalt. Il présente plusieurs échantillons à l'appui de cette assertion, et cite notamment les particularités suivantes qu'il a observées il y a long-temps dans les carrières de grès d'Orsay.

Les grès de cette localité, dit-il, sont recouverts par le dépôt des meulières, et celles-ci par du fer limoneux en grains. On peut remarquer que des dissolutions métalliques, après avoir traversé les meulières, ont pénétré jusqu'aux grès, lorsque ceux-ci étaient situés immédiatement au-dessous. Mais dans quelques points où des couches d'argile s'interposent entre les grès et les meulières, la coloration n'existe plus ou elle est beaucoup plus faible.

Quant aux oxides de manganèse et de cobalt qui sont venus, comme ceux de fer, de la partie supérieure du sol, M. Constant Prevost pense qu'ils se sont infiltrés dans les grès à une époque évidemment plus récente. Il signale ensuite à l'attention des géologues un puits naturel traversant verticalement les bancs de grès et sur les parois duquel on peut très bien voir en ce moment la trace des dissolutions d'oxide de manganèse et de cobalt qui ont servi de ciment à des sables déjà jaunis par l'oxide de fer, et situés au fond du puits, sous les bancs de grès.

M. Michelin fait remarquer ensuite qu'il a trouvé dans le parc de Marly, à la surface du sol, les divers accidents de grès que M. Constant Prevost vient de signaler aux environs d'Orsay.

M. d'Archiac ajoute que le manganèse et le cobalt n'avaient encore été signalés dans les grès supérieurs qu'au S. de Paris, mais qu'il a aussi constaté la présence de ces deux substances dans les couches correspondantes de la forêt de Villers-Cotterets.

Le Secrétaire lit une proposition de M. Leblanc, qui est renvoyée à l'examen du Conseil, conformément à l'art. 15, chap. II du règlement.

Le Secrétaire lit la note ci-après :

Du cuivre oxidé natif (ténorite); par M. S. Semmola, médecin des hôpitaux des incurables et de Lorette, membre de l'Académie royale des sciences de Naples. Traduit par le baron d'H. Firmas, membre correspondant de l'Institut de France.

Je n'ai point vu qu'il ait été question de cette substance dans les ouvrages d'oryctognosie générale ou volcanique. La poudre noire très fine qui se trouve dans les mines de cuivre et que Werner appelle *schwarz kupfer*, ou l'ocre noire de cuivre de Vallerius, est une substance peu connue des minéralogistes postérieurs et dont la nature chimique n'a pas été bien déterminée. Haüy, qu'il faut citer le premier, parle du cuivre oxidulé, mais non d'aucun autre oxide, dans la dernière édition de son *Traité de minéralogie*, 1822. M. Brongniart n'en cite point dans son *Traité élémentaire de minéralogie*, 1807. Tondi, dans ses *Elementi di orittognosia, Napoli*, 1817, désigne deux variétés de cuivre oxidé : l'une compacte qui se trouve au Chili, et l'autre en poudre. Mais les auteurs postérieurs, et notamment Haüy, ne les ont pas reconnues, ainsi que je l'ai avancé, et sa variété en poudre se rapporte à celle de Vallerius.

M. Berzélius, dans son *Analyse chimique des espèces minérales par le chalumeau*, 1822, n'en fait aucune mention. Dernièrement cependant MM. Monticelli et Covelli en ont parlé dans leur savante *Storia de fenomeni del Vesuvio, Napoli*, 1823. Je crois néanmoins pouvoir annoncer cette substance comme nouvelle dans la

science ou parmi les substances volcaniques. Je l'ai décrite et analysée, et je l'ai appelée *ténorite*, du nom du célèbre botaniste qui propage les sciences naturelles dans notre pays, et à qui je voudrais témoigner ma reconnaissance pour m'avoir guidé dans leur étude.

I. Qualités physiques.

La cristallisation du cuivre oxidé noir ne peut être caractérisée sous des formes géométriques. La plus régulière est en lames minces, hexagonales, longues depuis 1 millimètre jusqu'à 10; il y en a de triangulaires et d'autres formes encore. Quelquefois ces lamelles sont assez épaisses, élastiques, posées sur leur gangue par leurs tranches droites ou obliquement, mais jamais à plat. On en voit de toutes les formes, de lenticulaires, de dentées, de frangées, légères comme des feuilles d'or battu; elles semblent amoncelées confusément. On en trouve enfin sous l'apparence terreuse ou en poudre noire. Ses formes principales sont donc 1° la foliacée, 2° la lamelleuse, 3° la pulvérulente et 4° la capillaire. Ces fines lamelles sont douces au toucher et luisantes. Pilées dans un mortier, leurs parcelles sont encore lamelleuses et conservent leurs qualités précédentes jusqu'à ce qu'elles soient réduites en une poudre noire impalpable.

La couleur de cette substance est gris d'acier, tendant au noir et conservant toujours son éclat métallique. Ses lames sont opaques; leurs bords à peine translucides ont une teinte brunâtre.

Ce minéral est sans odeur, sans saveur et n'a point d'action sur l'aiguille aimantée; sa ténuité ne m'a pas permis de juger son électricité.

II. Qualités chimiques.

Je dois prévenir que la ténorite est toujours plus ou moins mélangée de chlorure de sodium et qu'il est par conséquent nécessaire de l'en purger, ce que l'on fait en la lavant avec de l'eau distillée. On reconnaît ce sel dans le liquide, et l'on s'assure qu'il ne contient point d'autre acide libre. Le minéral desséché a toutes les qualités mentionnées ci-dessus.

A. *Expériences par le feu.*

L'oxide noir de cuivre, exposé à la flamme du chalumeau, se fond et forme sur le charbon un bouton rouge recouvert ordinairement d'une croûte de scories noires qui se dissout avec ef-

fervescence dans l'acide nitrique. Il ne diminue pas de poids lorsqu'on le chauffe jusqu'au rouge dans un creuset de platine et n'éprouve aucun changement.

Uni au borax, il produit un verre vert d'émeraude. Exposé à la flamme de l'alcool, il la colore légèrement en vert. En devenant solide, il offre quelques beaux points rouges dus apparemment à la réduction du métal. Dans ces diverses expériences il ne se dégage aucune odeur sensible.

B. *Autres essais chimiques.*

Les acides végétaux, les teintures végétales ne produisent aucun effet sur notre minéral non plus que les alcalis. Les acides nitrique, sulfurique, hydrochlorique ne le dissolvent point sans effervescence ni complétement. Les solutions neutres sont vertes, et en y versant de la potasse, elles laissent précipiter une matière bleue qui, recueillie et lavée, se dissout en entier dans le carbonate d'ammoniaque en lui communiquant sa couleur.

Le précipité net et desséché, chauffé jusqu'au rouge brun, noircit, et son poids égale celui du minéral dissous.

Si l'on verse de l'ammoniaque dans les dissolutions salines, on obtiendra un précipité semblable, qui se résoudra sans laisser de résidu d'alcali.

En plongeant une lame de fer dans les mêmes dissolutions, elle paraîtra recouverte d'une couche légère de cuivre après quelques moments.

Le précipité bleu obtenu avec la potasse, bouilli dans l'eau et desséché, devient noir.

On peut conclure de tous ces faits que le minéral est l'oxide de cuivre dont il s'agit, et l'on peut démontrer que l'oxide desséché obtenu des expériences précédentes est égal en poids au minéral employé.

Sa composition est donc semblable à celle du deutoxide de cuivre artificiel.

III. Différence du cuivre oxidé natif avec l'artificiel.

Le deutoxide de cuivre des chimistes, quoique identique avec la ténorite par sa nature, en diffère néanmoins par quelques propriétés physiques et chimiques purement accidentelles.

L'oxide naturel est resplendissant et cristallisé; l'artificiel est une poudre sombre. Le premier ne s'altère pas à l'air, n'en ab-

sorbe pas l'acide carbonique; le second est très altérable, au contraire, et se combine avec l'ammoniaque sous forme d'hydrate.

On s'aperçoit cependant que ces différences sont purement accidentelles et sont indubitablement dues à la grande cohésion des molécules de l'oxide naturel, ainsi que d'autres minéraux nous en offrent l'exemple.

IV. Qualités distinctives.

a. Le cuivre oxidé noir diffère du cuivre oxidulé en ce que celui-ci donne une raclure rousse, et se dissout dans l'acide nitrique avec effervescence.

b. Il diffère du cuivre carbonaté par sa couleur et parce qu'il fait aussi effervescence dans l'acide nitrique;

c. Du cuivre muriaté et du cuivre sous-muriaté décrit par Berzélius, parce qu'il est insipide, qu'il ne laisse aucune trace d'acide hydrochlorique lorsqu'on le mêle à froid dans l'acide nitrique ou qu'on le traite avec le nitrate d'argent;

d. Du cuivre arsénité, parce que celui-ci décrépite à la flamme et produit des vapeurs arsenicales, que de plus il est soluble dans l'ammoniaque qu'il colore promptement en bleu;

e. Du cuivre sélénité par l'odeur de raifort de ce dernier au chalumeau;

f. De l'urane oxidé, qui colore en jaune l'acide nitrique s'il n'est déjà vert;

g. Du cuivre hydraté silicieux, qui, mis dans l'acide nitrique froid, se décolore, devient blanc et transparent;

h. Du cuivre sulfuré, qui, au chalumeau, répand une odeur sulfureuse, et parce que sa poudre reste noire dans l'acide nitrique;

i. Du cuivre phosphaté, qui est vert, et parce que le nouveau minéral traité avec la solution de sous carbonate de soude ne donne aucun indice de formation d'un phosphate alcalin;

j. Du fer oligiste lamellaire, parce que celui-ci se dissout dans l'acide hydrochlorique et forme un précipité bleu s'il n'est déjà passé au cramoisi avec le fer cyané de potasse;

k. Du nickel arséniaté, parce qu'il est insoluble dans l'acide nitrique; il est d'ailleurs facile de prouver que la nouvelle substance ne contient pas le plus petit atome de fer, de manganèse, de plomb, etc.

V. Gisement.

Le cuivre oxidé natif se rencontre dans différents sites du Vésuve, mais toujours dans le cratère et les ouvertures des éruptions éteintes ou brûlantes. On peut en recueillir vers la base de la montagne, sur sa pente orientale, où s'ouvrirent les bouches des éruptions de 1760, dans les crevasses de la grande ouverture supérieure, dans les trous d'où sort de la fumée. On en trouve souvent sur les scories de lave et entre les fragments de celles ci. Il est évidemment produit par la sublimation occasionnée par le feu, et paraît être le dernier qui se forme, puisqu'il est superposé à toutes les autres matières aussi sublimées. Il se trouve épars sur les scories et à la surface des laves en décomposition. Le chlorure de soude est le plus souvent uni ou mélangé avec la ténorite.

VI. Origine.

La formation du cuivre oxidé natif peut s'expliquer, ce me semble, de la manière suivante : le chlorure de cuivre et le carbonate de cuivre qui sont dans les matières embrasées des cratères et des cheminées du Vésuve décomposent de la chaux, et de la soude pure ou carbonatée qui se trouvent également dans ce volcan. Il se forme du chlorure de soude et du deutoxide de cuivre qui se subliment ensemble et restent mêlés jusqu'à ce que l'eau de pluie les sépare.

Notes de 1841.

1° Il a été fait mention de l'espèce minérale que j'ai décrite par MM. Monticelli et Cavelli, dans le *Prodromo della mineralogia Vesuviana, Napoli,* 1825;

M. Pilla, dans son discours de *Progressi della geologia in Italia*, n° 35;

M. Cassola, dans l'*Appendice al vol. III del trattato e Napoli*, 1837;

M. Casoria, dans un article publié dans *Lucifero del* 1838, dans lequel il en décrit deux variétés.

J'ajouterai que M. Berzélius, dans la dernière édition de sa Chimie, en parlant du cuivre oxidé noir, ne rapporte point qu'il se trouve naturel, comme il le dit pour l'oxide cuivreux.

2° Le *Traité élémentaire de minéralogie* de M. Beudant, imprimé

en 1824, m'étant parvenu après mon travail, je vois qu'il y est question du cuivre oxidé noir en poudre qui tache les doigts, le même connu déjà, ainsi que je l'ai dit au commencement, sous le nom d'ocre de cuivre noir de Vallerius. Mais je dois faire observer 1° que ma ténorite avait été trouvée et décrite au commencement de 1825 lorsque l'ouvrage de M. Beudant venait de paraître; 2° que les autres ouvrages français les plus renommés n'en parlent nullement; 3° que l'oxide noir en poudre se retrouve comme accidentellement et en petite quantité sous forme particulière, tandis que l'espèce que j'ai décrite offre des caractères physiques bien prononcés pour en représenter le type; 4° que celle-ci enfin n'avait pas encore été trouvée dans l'oryctognosie volcanique.

D'après toutes ces considérations je conclus que la découverte de la ténorite ajoute à la science une substance qui jusqu'à ce jour était mal connue et peu observée par les plus savants minéralogistes avant que je l'eusse reconnue parmi les produits du Vésuve.

M. Michelin annonce que M. Coquand propose la ville d'Aix pour le lieu de la réunion extraordinaire de la Société en 1842.

Séance du 7 mars 1842.

PRÉSIDENCE DE M. CORDIER.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

Le marquis de SOLAGES, propriétaire de houillères à Carmeaux (Tarn), présenté par MM. Dupuy et Leymerie.

KLENCK (Alphonse), manufacturier à Vy-les-Lure (Haute-Saône), présenté par MM. d'Archiac et Michelin.

MESMET, agrégé des sciences, professeur de physique au collége de Pau, présenté par MM. Alc. d'Orbigny et d'Archiac.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Alc. d'Orbigny, la 38e livraison de sa *Paléontologie française.*

De la part de M. Fournet, son rapport sur la *Discussion relative aux blocs erratiques*, qui s'est élevée dans une des séances du congrès scientifique tenu à Lyon en septembre 1841. In-8°, 32 pages. Lyon, 1841.

De la part de M. Ezquerra del Bayo, 1° ses *Elementos*, etc. (Eléments de travaux sur les mines). In-8°, 444 pag., 13 pl. Madrid, 1839.

2° *Anales*, etc. (Annales des mines d'Espagne). In-8°, 458 pag., 5 pl. Madrid, 1841.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Compte-rendu des travaux de la Société d'agriculture, sciences et belles-lettres de Mâcon, par M. Camille Ragut, secrétaire perpétuel, années 1833-1840. 1 vol. in-8°, 476 pag., avec planches. Mâcon, 1841.

Mémoires de la Société royale des sciences, lettres et arts de Nancy, année 1840. In-8°, 320 pag., 7 pl. Nancy, 1841.

Comptes-rendus de l'Académie des sciences, nos 8 et 9.

L'Institut, nos 426 et 427.

L'Écho du Monde savant, nos 707 à 710.

The Mining Journal, nos 340, 341.

The Athenæum, nos 748, 749.

COMMUNICATIONS.

Par suite de la lecture du procès-verbal, M. de Verneuil communique un passage de Pallas, qu'il croit de nature à fixer l'attention des géologues qui attribuent à un transport violent des régions tropicales la présence, en Russie, des ossements d'éléphants.

Couches calcaires du rivage septentrional de la mer d'Azof.

« Toute la contrée septentrionale de la mer d'Azof, comprise » entre le Don et la rivière de Berda, est composée de couches

» marno-calcaires qui constituent la majeure partie des côtes » élevées de la mer; ces couches, qui se terminent avec la langue » de terre où Taganrog est située, y forment des falaises de 10 » à 11 toises de hauteur perpendiculaire recouvertes d'une argile » jaunâtre. Il règne vers le bas et le long de la mer une couche » épaisse de 6 à 8 pieds de marne dure et compacte, entremêlée » de quelques coquilles que l'on exploite pour la bâtisse; sous » d'autres, il y a des bancs plus minces et de diverses épaisseurs » d'un calcaire coquillier plus ou moins friable. Ces bancs sont » interceptés et recouverts par de petits lits alternants de sable » pur, parsemés de beaucoup de coquilles du genre Planorbe, » semblables à celles que le Don charrie de nos jours, quoiqu'ils » soient très élevés au-dessus du niveau de la mer actuelle.

» On y distingue aussi par intervalles des lits d'un gros sable » ferrugineux, dans l'un desquels je trouvai la moitié d'une *dent* » *molaire d'éléphant* tout-à-fait minéralisée. *Ces lits sont recouverts* » par d'autres de marne à foulon, grise et jaune, auxquels succèdent ceux de calcaire coquillier ou de marne qui renferment » peu de variétés de coquilles; ce sont des Carus, des Bucardes, » des Peignes communs non altérés, mais la plupart brisés et confondus pêle-mêle avec une quantité prodigieuse de petits globules gros comme des grains de millet, qui paraissent provenir » de fragments de coquilles et d'embryons d'escargots. »

M. de Verneuil rappelle que la coupe qu'il a donnée, dans la précédente séance, de la falaise de Taganrog est conforme à celle de Pallas, à partir d'en bas jusqu'aux couches qui renferment les ossements d'éléphants. Il a parfaitement vu, comme lui, les calcaires marins inférieurs (probablement miocènes), les sables à Planorbes, Paludines, Unios et Cyclades, témoins d'une rivière ancienne dont le niveau était supérieur de 15 à 20 pieds à celui de la mer actuelle, et enfin le dépôt d'argile sableuse, dans lequel un ouvrier avait trouvé quelques jours auparavant des os de mammouth. A Taganrog même, ce dépôt a plus de 30 à 40 pieds d'épaisseur; il s'élève jusqu'à la surface du plateau, et n'est en rapport avec aucune dépression du sol ni aucun cours d'eau qui pourrait rendre raison de sa formation à l'aide de causes actuellement agissantes. Dans ce fait seul on pourrait déjà trouver la preuve que les éléphants ont vécu à une époque

qui a précédé la nôtre, époque de tranquillité, si l'on en juge par la finesse des argiles et des sables, exempts de tout caillou roulé, et dans lesquels se trouvent leurs débris. Mais l'observation de Pallas, qui porte sans doute sur quelque autre point des côtes septentrionales de la mer d'Azof, conduit à une conclusion plus intéressante encore. Ces couches calcaires, qui renferment peu de variétés de coquilles, mais une immense quantité d'individus appartenant à des espèces du genre Bucarde, sont ces mêmes couches que M. de Verneuil a décrites, dans son mémoire sur la Crimée, sous le nom de calcaire des Steppes ; elles règnent sur tout le littoral septentrional de la mer Noire et de la mer d'Azof, et des échantillons recueillis cette année à Novo-Tcherkask sont absolument identiques avec ceux de la Crimée ou des environs d'Odessa. Si cette immense formation, aujourd'hui élevée à plus de 200 pieds au-dessus du niveau des mers voisines, et qui abonde aux environs de Taganrog, bien qu'elle manque dans la falaise même de cette ville, est réellement superposée aux dépôts à ossements de mammouths, il sera démontré que ces animaux ont vécu à une époque bien antérieure au dernier cataclysme, par lequel certaines personnes les supposent entraînées du S. vers le N. Or, les descriptions, ordinairement si exactes, de Pallas donnent d'autant plus de force à son témoignage que les faits qu'il signale sont en opposition avec ses propres idées sur la manière dont on pouvait expliquer la présence en Russie des grands animaux fossiles.

M. Paillette fait remarquer ensuite que dans les Pyrénées-Orientales le terrain tertiaire avec lignites, Planorbes, Lymnées et ossements d'éléphants, est recouvert par le terrain tertiaire supérieur de Millias. M. Desnoyers rappelle que des ossements semblables ont été signalés depuis long-temps dans l'étage des marnes subapennines.

Le Président lit une lettre de M. le ministre des travaux publics relative à une allocation spéciale accordée pour la publication de la carte géologique du département de l'Aisne, et pour l'acquisition de 50 exemplaires du Mémoire qui doit l'accompagner.

M. de Pinteville fait le rapport suivant :

Rapport sur la gestion de M. l'Archiviste pendant les années 1840 et 1841.

L'examen annuel de la situation des archives ayant été omis l'année dernière, la Commission a dû faire remonter ses investigations jusqu'au 1er janvier 1840. Quoiqu'il ne soit résulté aucun inconvénient de cette inexécution des statuts, la Commission croit néanmoins devoir la signaler, parce que dans quelques circonstances elle pourrait être abusive.

Vous savez que vos archives comprennent : 1° les archives proprement dites, c'est-à-dire les titres et manuscrits ; 2° la bibliothèque, 3° les collections ; 4° le mobilier ; 5° le magasin.

§ Ier. Archives proprement dites.

Correspondance.

En 1840, il avait été reçu 164 lettres ; en 1841, il en a été reçu 83. Cette diminution dans le nombre des lettres en 1841 résulte de ce qu'on a cessé de faire figurer dans la correspondance les lettres de pure administration. A partir de 1840, il est tenu registre de la correspondance. Les lettres sont inscrites à leur arrivée ; les réponses sont mentionnées en regard de la date de la réception et de l'énonciation du sujet.

§ II. Bibliothèque.

La Société a reçu pendant les deux années qui viennent de s'écouler 150 volumes, dont 3 manuscrits ; 923 brochures, cahiers, livraisons, journaux ; 45 cartes, plans et coupes. 33 lettres, choisies parmi celles dont se compose la correspondance, ont été ajoutées à la collection d'autographes. Il y a aujourd'hui dans la bibliothèque 1,755 volumes ; 2,755 brochures, cahiers, livraisons et journaux ; 142 cartes, plans, coupes et dessins ; 39 portraits ; 10 volumes manuscrits et 133 autographes.

La Commission croit devoir signaler à l'attention et à la

reconnaissance de la Société une amélioration importante introduite par M. l'Archiviste dans cette partie de sa gestion. Il existait, outre le registre d'inscription par ordre d'arrivée, un catalogue, sur cartes détachées, par ordre alphabétique de nom d'auteurs de tous les ouvrages reçus. M. l'Archiviste, considérant ces moyens de recherches comme insuffisants, y a joint un catalogue par triple ordre, savoir : par ordre de matière, par ordre géographique et par ordre de nom d'auteur. Ce travail difficile a été exécuté avec la plus parfaite exactitude; il comprend tous les ouvrages reçus jusqu'au 1er novembre 1841.

Votre bibliothèque, entièrement composée de livres donnés ou échangés, manque, pour être complète, de certains ouvrages dont l'acquisition a été plus d'une fois sollicitée. Votre Commission ne saurait manquer de s'associer au vœu exprimé à cet égard; néanmoins elle pense que, malgré l'état prospère de vos finances, le moment n'est pas encore venu de le réaliser. En effet, la plupart des membres de la Société habitent hors de Paris; les avantages que procure la bibliothèque sont donc de peu d'importance pour eux. Ce qui les intéresse et ce qui intéresse en même temps toute la Société, ce sont nos publications. C'est donc de ce côté que doivent se porter tous nos efforts; ainsi le veut la justice à l'égard de nos confrères de la province et de l'étranger.

La Commission précédente demandait qu'on affectât de plus fortes sommes à la reliure des livres. Nous renouvellerons cette demande. Beaucoup d'ouvrages ont en ce moment besoin d'être reliés pour assurer leur conservation.

§ III. Collections.

A la fin de 1839, la Société possédait 10,871 échantillons de roches et fossiles; 436 échantillons reçus en 1840, et 53 en 1841, ont élevé ce nombre à 11,386. Conformément au désir exprimé par la Commission de 1839, les collections particulières données à l'appui de notes ou mémoires, et celles qui, quoique données sans notes ou mémoires, étaient accompagnées d'indications suffisantes, ont été placées dans

les meubles suivant l'ordre géographique. Ce rangement a été exécuté autant que la capacité des tiroirs et le volume des échantillons l'ont permis.

En outre, M. l'Archiviste a formé, dans un meuble construit à cet effet, une collection sommaire de roches et de fossiles du bassin de Paris. Cette collection sera d'une grande utilité pour l'étude du terrain parisien. Les collections particulières à l'appui des notes et mémoires relatifs à ce terrain sont placées dans des meubles contigus à celui-ci.

En 1840, une grande partie des fossiles a été collée sur carton et nommée, sous la direction de M. l'Archiviste, par M. Richard, votre ancien agent, et par M. Loisson de Guinaumont, votre confrère, qui a bien voulu prêter sa coopération à cet utile travail. Il a été dressé un tableau de ces cartons, qui sont au nombre de 620.

Il reste encore à s'occuper de l'emploi scientifique d'un nombre assez considérable d'échantillons qui ont été donnés sans note ou mémoire, ou même sans aucune indication de localité. Beaucoup d'entre eux pourraient être échangés. Il faut pour cela qu'ils soient examinés de nouveau; M. le professeur Cordier, notre Président, a bien voulu promettre à M. l'Archiviste de l'assister dans cet examen. Ce qui sera conservé, ainsi que ce qu'on obtiendra en échange, devra ensuite être classé conformément aux décisions précédemment prises par la Société. On pourra notamment en former une collection de roches par ordre alphabétique, selon les vues énoncées dans le rapport de la Commission de 1839.

§ IV. Mobilier.

Votre mobilier a été augmenté de deux articles importants. Le premier est le meuble qui contient la collection du terrain de Paris, dont il a été parlé plus haut; le second est un nouveau corps de bibliothèque, qui était devenu nécessaire par suite de l'accroissement considérable des livres donnés à la Société; il permettra de ranger avec un développement convenable ceux que le défaut d'espace forçait d'entasser sur un double rang.

§ V. Magasin.

Les volumes en magasin sont exactement inventoriés. Nous rappellerons qu'il n'existe plus aucun exemplaire disponible des tomes IV, V et VI du *Bulletin*. Depuis 1840, il est tenu note sur un tableau particulier des volumes vendus aux personnes étrangères à la Société, et des feuilles délivrées aux membres en dehors du service ordinaire.

Nous terminerons ce rapport en vous proposant de sanctionner par votre approbation la gestion de M. l'Archiviste pendant les années 1840 et 1841, et de le remercier pour les soins qu'il a donnés à toutes les parties de son service, et particulièrement pour les améliorations notables qu'il a introduites dans la tenue des collections et de la bibliothèque.

Signé par les Commissaires,

J. Desnoyers, Ch. d'Orbigny; De Pinteville, *rapporteur.*

Les conclusions de ce rapport, mises aux voix, sont adoptées.

M. Michelin met sous les yeux de la Société une collection de roches d'Auvergne offerte antérieurement par M. Orry, et ajoute que le Mémoire explicatif, ainsi que les coupes qui devaient l'accompagner, ne sont point parvenus au secrétariat.

M. Rozet communique l'analyse suivante :

Analyse d'un Mémoire sur les phénomènes volcaniques de l'Auvergne.

Cette contrée est depuis si long-temps célèbre, elle a été l'objet des études de tant d'hommes illustres, les Desmaret, les Ramond, les Cordier, les Montlosier, les Daubuisson, les Beaumont, les Dufrénoy, les Lecoq, les Bouillet, etc., parmi les Français; les de Buch, les Poulett-Scrope, les Buckland, les Sedwigck, les Murchison, etc., parmi les étrangers, qu'il doit paraître audacieux d'entreprendre d'en parler encore. De nombreux ouvrages, accompagnés de magnifiques atlas, ont été publiés sur l'Auvergne, et les moindres détails de ses volcans ont été illustrés. Malgré cette masse d'écrits, malgré les chaleureuses et savantes discussions auxquelles leur publication a donné lieu, la question des phénomènes volcaniques de l'Auvergne est encore loin d'être ré-

solue, les grandes lois dont ces phénomènes dépendent sont loin d'être parfaitement établies. Je n'écris point pour réfuter ceux qui ont écrit avant moi; la nature est là pour conserver à chacun la part de blâme ou de gloire qui lui est due. Je viens d'habiter pendant six mois cette magnifique région; tous mes instants de travail, tous mes instants de loisir ont été passés sur les cônes volcaniques, dans l'intérieur des cratères, sur les flancs des coulées; je vais dire ce que j'y ai vu.

Dans le travail que j'ai l'honneur de présenter à la Société, je n'ai point pour but de donner une description détaillée des terrains de l'Auvergne; cette tâche a été trop bien remplie par MM. Lecoq et Bouillet. Passant rapidement sur cette description, je vais énumérer les faits qui me paraissent n'avoir pas encore été bien observés et tous les rapports communs que ces faits ont entre eux; je montrerai ensuite comment leur ensemble se lie aux dislocations du globe, qui ont laissé de nombreuses traces dans toute la contrée, et dont l'existence est parfaitement constatée par une longue suite d'observations géodésiques et astronomiques faites par les ingénieurs-géographes, et principalement par le colonel Brousseaud, pour l'établissement du canevas de la nouvelle carte de France.

En faisant abstraction des roches volcaniques, de celles qui se sont répandues à la surface de la terre sous forme de grandes nappes et de courants, ou qui, lancées dans les airs, se sont accumulées autour des bouches qui les vomissaient, tout le sol occupé par la série des volcans et même en s'étendant du côté de l'E. jusqu'à la crête des montagnes du Forez, ne présente que trois grands terrains: le *terrain granitique*, le *terrain tertiaire lacustre* et le *terrain diluvien*. C'est à travers ces trois terrains, dont les deux derniers se trouvent superposés au premier dans un grand nombre d'endroits, que les agents volcaniques ont lancé leurs produits à trois grandes époques bien distinctes les unes des autres, mais qui sont cependant intimement liées entre elles. Nous décrirons d'abord ces trois terrains normaux avant de parler des roches anormales qui les ont percés.

Terrain granitique. — Le granite forme le sol de toute la région des volcans à cratères, depuis une falaise escarpée courant N.-S. qui borde à l'occident le superbe bassin de la Limagne, jusque bien au-delà du lit de la Sioule A l'E., au-delà de l'Allier et de la Dore, cette roche reparaît dans les premiers contre-forts des montagnes du Forez, qu'elle forme en grande partie. Le terrain granitique présente une quantité de roches différentes; partout il

est traversé par des filons de porphyre, d'amphibolite, d'eurite et de quarz. Sur les bords de la Sioule, où gisent les célèbres filons de Pontgibaud et en général à l'O. de la chaîne du Puy-de-Dôme, le grain du granite diminue très sensiblement, et, sur plusieurs points, on le voit passer au gneiss.

A partir de la haute falaise qui borde la Limagne, à l'occident, et dont l'inclinaison des pentes varie de 30 à 40°, le sol granitique, sur lequel on ne rencontre aucune trace du terrain tertiaire, s'élève d'une manière très sensible, 100 mètres dans une largeur de 5,000, jusqu'à la ligne N.-S. qui passe par le centre de la région des cratères. A l'O. de cette ligne, le terrain s'abaisse très doucement, car la pente moyenne n'est que de 3 à 4°, en sorte qu'il existe là un bombement très prononcé sur le faîte duquel sont placés tous les cratères. En suivant les limites de l'espace occupé par eux, on reconnaît qu'il est circonscrit par un bourrelet granitique beaucoup plus saillant du côté de l'E. que de celui de l'O., et dont les fractures ont laissé passer les courants de lave qui se sont répandus jusqu'à une grande distance dans les vallées adjacentes. La Limagne est bornée au S. par un rameau granitique qui, partant de la chaîne du Forez, s'avance vers l'O. entre Billom et Issoire jusqu'aux derniers contre-forts de la chaîne du Puy-de-Dôme, en relevant et disloquant sur son passage les dépôts lacustres et diluviens.

Terrain tertiaire. — Tout l'espace compris entre la chaîne de l'Auvergne et celle du Forez est occupé par un terrain tertiaire lacustre composé d'une alternance de strates d'un calcaire marneux, souvent siliceux et de marnes argileuses généralement blanchâtres. Ce terrain est intimement lié au granite par des roches arénacées (arkoses, etc.) formées de ses débris réunis par un ciment tantôt calcaire, tantôt siliceux. En approchant du granite, les arkoses deviennent de plus en plus dures, et la ligne de séparation avec cette roche plutonique est difficile à tracer. Mais comme les strates d'arkoses alternent souvent avec ceux du calcaire, qu'ils sont intimement liés et concordants, il en résulte que ces deux roches appartiennent à la même formation. Vers le centre du bassin de la Limagne, les couches lacustres, très régulières, sont horizontales; mais à mesure que l'on marche vers l'un des bords, on les voit s'élever sensiblement. Au pied des montagnes orientales, leur inclinaison ne dépasse guère 15°, mais au pied de la chaîne volcanique elle atteint jusqu'à 44°. La partie méridionale de la Limagne est parsemée d'une foule de montagnes coniques dont le sommet est formé par des roches basaltiques.

On sait combien le terrain lacustre d'Auvergne est riche en restes organiques, combien de personnes se sont occupées de les recueillir et de les faire connaître.

Terrain diluvien. — Il existe sur le terrain d'eau douce, et principalement dans la partie N. du bassin, un grand dépôt de cailloux roulés, provenant des roches de terrains granitique et lacustre, et qui a souvent une épaisseur considérable. Ce dépôt ne contient aucun fragment de laves; mais il en existe un autre plus moderne qui gît principalement sur les bords de l'Allier. présente des fragments de basalte et de lave, et dans lequel on a même trouvé des ossements humains.

Tels sont les trois terrains normaux f rmant le sol de la contrée qui nous occupe. C'est au milieu d'eux que les produits volcaniques se sont fait jour, c'est sur eux qu'ils se sont épanchés en coulant jusqu'à une grande distance. Ces produits appartiennent à trois époques distinctes: trachytique, basaltique et lavique, que nous venons d'énumérer dans leur ordre d'ancienneté.

Époque trachytique. — Les roches de cette époque ont pris un grand développement dans les massifs du Cantal, du Mont-Dore et du Puy-de-Dôme, dont je n'ai encore étudié que les deux derniers. Le massif du Mont-Dore présente toutes les variétés de trachytes: des granites, porphyres et eurites qui diffèrent peu de ceux des temps anciens, et en outre, des laves tout-à-fait semblables à celles de Volvic. Ces roches forment d'immenses nappes qui ont évidemment coulé sous une très petite inclinaison. Ces nappes se montrent en étages les unes au-dessus des autres, séparées par des assises régulières et très puissantes de tufs ponceux et de conglomérats, dans lesquels il existe toujours une grande quantité de fragments de trachytes anguleux ou peu roulés. La masse entière des Monts-Dore est ainsi formée, ce que l'on voit parfaitement dans toutes les vallées et principalement dans celle des bains. Cette réunion de couches superposées est traversée par de nombreux filons de toutes les variétés de trachytes, mais surtout par des porphyres et des eurites (phonolites). On y remarque aussi beaucoup de filons de basalte. Les basaltes et les phonolites forment encore des cônes isolés qui ont percé la masse trachytique; ceux de basalte ont fourni de grandes nappes qui suivent les pentes du sol. Il n'y a point de solution de continuité entre toutes les roches qui entrent dans la composition du massif des Monts-Dore; elles sont intimement liées et passent insensiblement les unes aux autres: dans un grand nombre de points les

trachytes, contenant beaucoup de cristaux de pyroxène, se colorent en noir et finissent par être de vrais basaltes; cependant la grande masse trachytique est antérieure à la grande masse basaltique.

Le Mont-Dore est évidemment un massif de soulèvement, comme le prouvent les faits consignés dans ce mémoire. On y reconnaît trois centres principaux d'action: le Pic de Sancy, le Puy-de-l'Angle et le Puy-Gros, plus une foule de centres secondaires. Les phénomènes de ce soulèvement ont été parfaitement décrits par MM. Dufrenoy et de Beaumont (*Mémoire sur les groupes du Cantal et du Mont-Dore*).

Sur plusieurs points de la vallée de la Dordogne, dans les vallées qui viennent tomber près de Rochefort, de la Queille, etc., on voit clairement que le trachyte est sorti du granite et qu'il a coulé dessus; mais nulle part je n'ai pu reconnaître les bouches d'éruption, qui ont dû être très nombreuses, et en activité pendant très long-temps.

Depuis le massif du Mont-Dore jusqu'à celui du Puy-de-Dôme, le sol s'abaisse d'une manière très sensible, et les trachytes disparaissent sous les coulées basaltiques et les déjections des volcans modernes, pour ne reparaître qu'au pied même du Puy-de-Dôme, dont ils forment la masse. La domite n'est qu'un trachyte plus ou moins altéré. Les Puys-de-Dôme, du Petit-Suchet, de Clierzou, du Grand-Sarcoui sont entièrement formés de domite; cette roche constitue aussi la plus grande partie du Puy-Chopine. Chacun de ces puys est un centre autour duquel se trouve groupé un certain nombre de cratères d'éruption ouverts dans la domite, qui gît actuellement enfouie sous leurs déjections. Tous les puys de domite sont évidemment le résultat d'une action de bas en haut qui a soulevé en cloche la matière qui les constitue. Leur forme l'annonce, et ce fait est mis hors de doute par la nature singulière du Puy-Chopine, formé d'un mélange de domite, de granite, d'amphibolite, d'eurite, de serpentine et de basalte; par une couche de terrain de transport composée de débris de granite, de trachyte et de basalte, dont il existe des restes sur le sommet de Chopine, qui se trouve fortement relevée au pied de cette montagne, suivant les pentes du sol au pied des Puys-de-Dôme et de Clierzou, et aussi sur le sommet de ces deux dernières montagnes à une différence de niveau qui dépasse 400 mètres pour le Puy-de-Dôme, cône tout-à-fait isolé qui domine beaucoup tous ceux qui l'avoisinent. Plusieurs autres faits enregistrés dans le mémoire achèvent de démontrer complétement le sou-

lèvement des puys de domite. Les centres du Cantal, du Mont-Dore et du Puy-de-Dôme se trouvent sur une même droite courant N. 20° E. à peu près parallèlement à la direction des Alpes occidentales. En outre, des faits de superposition et de pénétration, observés dans le Cantal, prouvent que l'éruption des trachytes est plus récente que la formation du terrain lacustre, ce qui s'accorde parfaitement avec l'époque de soulèvement établie par M de Beaumont pour cette partie des Alpes.

Époque basaltique.—Les phénomènes de cette époque sont certainement les plus remarquables de tous ceux que présente l'Auvergne et les plus propres à résoudre le grand problème de l'éruption des roches ignées. Tout le monde connaît le basalte; c'est une roche noire, très compacte, très pesante, très sonore, qui contient de nombreux cristaux de péridot, de pyroxène, de fer titané et même quelques uns de feldspath vitreux. On voit parfaitement au Mont-Dore que les basaltes se lient intimement aux trachytes. La circonférence du pied de ce massif est garnie de vastes coulées basaltiques qui ont suivi les pentes du sol; mais celles-ci ont été notablement augmentées depuis leur refroidissement. Ces coulées partent presque toutes de cônes de scories ou de masses prismatiques s'élevant perpendiculairement au-dessus de la surface des trachytes, la Banne-d'Ordenche, le Puy-de-Chambourget, etc. Ces masses sont accompagnées de scories et de bombes; autour de quelques unes, on voit parfaitement les fentes et les trous par lesquels s'est fait l'éruption. Dans les parois de ces ouvertures, le trachyte est sensiblement altéré; on y remarque une pépérine composée de fragments de trachyte empâtés dans les scories; le basalte le plus compacte contient lui-même des fragments de cette roche qui n'ont souvent éprouvé aucune espèce d'altération. Ces faits se présentent sur tout le pourtour des dernières pentes du Mont-Dore, et même aussi dans le voisinage des sommets les plus élevés. Pour quiconque a bien observé les localités, il est évident que le basalte a profité des fissures produites par la formation du vaste cône du Mont-Dore pour se répandre au-dehors; mais comme ses nappes les plus compactes atteignent une inclinaison qui dépasse souvent 8°, et comme dans les coulées en place, la Serre, Charade, etc., le basalte est très sensiblement scoriacé sous une inclinaison de 3 à 4° seulement, il en résulte que les nappes basaltiques du pied du Mont-Dore ont été dérangées depuis leur refroidissement.

De chaque côté du bombement dont le faîte est occupé par les cratères, il existe une série de centres d'éruptions basaltiques,

aussi bien dans les roches du terrain granitique que dans celles du terrain lacustre, dont les coulées plus ou moins considérables sont presque toujours disposées suivant les pentes du sol. Plusieurs de ces coulées, qui sont parfaitement compactes sous une inclinaison de 0° à 2°, deviennent sensiblement scoriacées sous une pente de 3 à 4°, ce qui annonce qu'elles ont éprouvé peu de dérangement depuis leur refroidissement. La série des éruptions basaltiques de chaque côté du bombement, étant comme celui-ci dirigée du S. au N., elles ont dû avoir lieu suivant les fissures établies lors de sa formation. Il est à remarquer que cette direction est celle du système de la Corse, dont les dislocations sont antérieures au dépôt du deuxième étage tertiaire, et que sur tout le bombement, ainsi que sur la grande falaise qui borde la Limagne, il n'existe pas une seule trace de terrain lacustre. Sur le versant oriental jusqu'à une grande distance dans l'intérieur de la Limagne, le basalte a percé le granite, le terrain lacustre et le terrain diluvien, et s'est répandu dessus. Le mélange de la pâte basaltique et de ses écumes avec le calcaire et les marnes, a donné naissance à toutes ces roches singulières que l'on a nommées Wakes, Pépérines, etc. Toutes les montagnes, toutes les collines bombées ou coniques de l'intérieur de la Limagne jusqu'à la hauteur de Riom, à partir du Sud., sont des masses calcaréo-argileuses, dont le centre est occupé par une masse basaltique qui perce souvent les flancs en gros filons. Gorgovia, Chanturgue, le Puy-d'Auzelle, le Puy-de-Saint-Romain, etc. ; les basaltes ont presque toujours alors amené du bitume avec eux.

La trace du rameau qui vient des montagnes du Forez dans la direction E.-E.-N. à O.-O.-S., presque perpendiculairement à la chaîne du Puy-de-Dôme, entre Clermont et Issoire, et arrive directement sur le Mont-Dore, est accompagnée d'une suite d'éruptions basaltiques qui ont principalement eu lieu sur les flancs, et s'étendent sur une longueur de 130,000 mètres depuis Herment, sur le versant occidental de la chaîne de Puy-de-Dôme, jusqu'aux environs de Montbrison, au pied oriental de celle du Forez. Ici les basaltes se sont encore fait jour à travers les terrains granitique, lacustre et diluvien. Les coulées basaltiques recouvrent en plusieurs endroits les cailloux roulés de ce dernier (le Coude, Champey, Issoire, etc.). Il est à remarquer que ce rameau se trouve directement sur le prolongement de la chaîne principale des Alpes, dont le soulèvement est postérieur aux dépôts diluviens. Disons de suite que toutes les éruptions basaltiques de la partie de l'Auvergne dont nous nous occupons étant de même

époque, il est tout naturel de les regarder comme le résultat des dislocations que l'action qui a donné naissance à la chaîne principale des Alpes a produite dans la contrée. Ainsi donc, les grandes commotions qui ont donné à la Corse et aux Alpes occidentales leur relief, auraient déterminé en Auvergne de grandes fractures, par un certain nombre desquelles les trachytes seraient d'abord passées, pendant une longue période de temps, pour se répandre à la surface de la terre; puis l'action qui a produit les Alpes principales aurait lancé les basaltes, par les fissures préexistantes et par celles qu'elle déterminait elle-même, pendant toute la durée de l'ondulation de cette grande commotion.

Les basaltes sont sortis par des trous extrêmement nombreux et par de grandes fentes; leur éruption a toujours été précédée de scories et de bombes volcaniques, comme celles des laves, mais il ne s'est jamais formé de véritables cratères autour des orifices; on n'y voit jamais non plus cette immense quantité de déjections incohérentes qui ont partout accompagné la sortie des laves; cette différence doit tenir à celle qui existait entre la quantité des matières gazeuses qui se sont produites à chacune des deux époques.

Époque lavique. — La manière d'être des cratères éteints de l'Auvergne et leurs divers produits sont parfaitement connus; ils ont été décrits dans une foule d'ouvrages; MM. Bouillet et Lecoq les ont répandus dans le monde entier. Ces cratères sont placés sur le dos du bombement de la masse granitique occidentale; la presque totalité se trouve renfermée dans un espace elliptique formé par une ceinture d'escarpements granitiques dont le relief, du côté oriental, est beaucoup plus considérable que celui du côté occidental. Le grand axe de l'ellipse est dirigé du N. au S. Au N., le sommet de la courbe est fortement marqué par des escarpements granitiques qui ont 30 à 40 mètres de hauteur. Mais au S. le sommet est moins bien marqué, et toute la partie occidentale de la courbe se trouve formée par les tranches de vastes courants basaltiques au-dessous desquels le granite se montre encore çà et là. La continuité du contour elliptique est interrompue par des vallées dont l'évasement regarde l'intérieur. C'est par ces ouvertures que sont passés les courants de matière fondue sortis des cratères, pour aller se répandre jusqu'à une distance qui dépasse souvent 20,000 mètres. A l'intérieur, et principalement dans le voisinage de l'axe de l'ellipse, des monticules de granite annoncent que cette roche forme la base sur laquelle sont assis les cratères. Au pied du Puy-de-Dôme, il reste des lambeaux de nappes trachytiques et basaltiques. La domite

occupe aussi des espaces très étendus au pied du Puy-de-Dôme, du Grand-Sarcouï, du Puy-de Chopine, qui suivent les inflexions du sol. Cette roche formait une couche fort épaisse qui a été percée par les éruptions modernes; certains volcans en ont rejeté une grande quantité de fragments dont la surface a été fondue et l'intérieur est resté intact. Une partie des cratères groupés autour des puys de domite sont posés sur un cône de cette même roche très surbaissé; c'est au milieu d'un pareil cône que le Puy-de-Chopine s'est élevé. Entre le pied de Chopine et celui du volcan de Coquilles il existe, dans la domite sensiblement bosselée, une ouverture cratériforme de 50 mètres de diamètre et de 10 mètres de profondeur, de laquelle il n'est sorti ni coulées ni scories, certainement parce que le trou n'est pas descendu assez bas. Le basalte a aussi été percé par les éruptions modernes : le volcan de Gravenoire s'est ouvert au milieu de la coulée basaltique de Charade. Le lac Pavin n'est qu'un cratère d'explosion au milieu du basalte. Il existe sur le flanc du cône basaltique du Grand-Turluron un semblable cratère, mais beaucoup plus petit, qui a rejeté des fragments de basalte dont la surface a été fondue. Dans le contour occidental du sommet de l'ellipse, on voit, sur un grand nombre de points, le basalte recouvert par les courants de lave et les scories des volcans modernes.

Tous les cratères de l'Auvergne ne sont pas compris dans l'espace elliptique dont nous venons de parler. Du côté N., à 5,000 mètres du sommet de l'ellipse, s'élève, au milieu du granite, le Puy-de-Chalar, cratère parfaitement conservé, qui a donné une puissante coulée de lave. C'est à 2,000 mètres, au N.-E. de ce cratère, que se trouve le fameux Gour-de-Tazena, cratère d'explosion de 400 mètres de diamètre ouvert dans le granite, et dont le fond est un lac. Les flancs de ce cratère sont formés par les débris du granite rejetés dans l'explosion, recouverts d'une mince couche de scories et de fragments de lave lancés dans les airs. Le Puy-de-Chalar et le Gour-de-Tazena se trouvent dans l'intérieur d'une ouverture elliptique pratiquée dans le granite, de 6,000 mètres de long sur 3,000 de large, le long du bord oriental, précisément au pied du grand escarpement. Du côté S., à 10,000 mètres du sommet de l'ellipse, après avoir traversé de vastes coulées basaltiques, on rencontre sur la direction du grand axe et dans le fond d'une vallée près de Murol, le beau volcan du Tartaret, ouvert encore au milieu du granite, et dont la coulée a 20,000 mètres de long. Dans les escarpements granitiques qui environnent ce volcan, j'ai remarqué plusieurs trous

par lesquels il est sorti une certaine quantité de scories. Le même phénomène se présente aussi au pied de la falaise granitique entre Clermont et Volvic.

A 10,000 mètres plus au S. que le Tartaret et un peu à l'O. de l'axe de l'ellipse, après avoir traversé l'extrémité orientale des nappes trachytiques du Mont-Dore, en partie recouvertes par de grandes coulées de basaltes, on arrive au cratère de Montchal, ouvert au milieu du basalte, et qui a donné une coulée aussi étendue que celle du Tartaret. Le Mont-Cineire, qui présente deux cratères, est un peu plus au S. Celui-ci paraît être, de ce côté, le dernier cratère qui ait donné des laves, de même que celui de Chalar, du côté N. Au pied de ces deux volcans se trouvent des cratères d'explosion tout-à-fait semblables au Gour-de-Tazena. Il est remarquable de voir de pareils cratères à chaque extrémité de la série des volcans modernes.

Tous les volcans dont nous venons de parler sont placés sensiblement sur une grande ligne dirigée du N. au S. ; mais il en existe encore deux autres, le Puy-de-Gravenoire et celui de la Bannière, qui gisent sur le sommet de la falaise granitique de la Limagne, à 6,000 mètres de distance de l'axe de l'ellipse et à 15,000 l'un de l'autre. Dans cette même falaise, j'ai remarqué plusieurs trous par lesquels il est sorti une assez grande quantité de pouzzolanes. Toutes ces ouvertures sont alignées N.-S. Les deux derniers volcans sont de grands cônes de scories dont l'un a percé une coulée basaltique, et qui ont donné des laves par leur pied et leurs flancs sans qu'il se soit formé un cratère au milieu comme dans les autres. Dans le fond des vallées de Royat et de Volvic, la lave prismatique de Gravenoire et de la Bannière est un véritable basalte ; mais sur les pentes c'est une lave comme celle de la chaîne du Puy-de-Dôme. Dans celle-ci, on observe le même phénomène sur un grand nombre de points : les courants les plus scoriacés, presque dépourvus de cristaux sur les pentes sensiblement inclinées, sont compactes et basaltiques dans les parties horizontales et les trous où la matière s'est refroidie tranquillement ; elle contient alors beaucoup de cristaux de pyroxène, de fer titané et quelques uns de péridot. Il n'existe donc point de solution de continuité entre les basaltes et les laves, et les différences que l'on observe entre ces deux espèces de roches tiennent plutôt au mode de leur éruption et à la manière dont elles ont coulé à la surface de la terre qu'à leur nature : les cônes pleins de Gravenoire et de la Bannière me paraissent intermédiaires entre les ouvertures qui ont vomi les véritables basaltes et les

cratères des laves; la lave de la Bannière est plus ancienne que celle de la Nugère, qui coule aussi dans la vallée de Volvic.

Il résulte des faits exposés dans ce mémoire : 1° qu'il existe en Auvergne trois époques distinctes d'éruptions volcaniques, trachytiques, basaltiques et laviques, dont les produits sont intimement liés entre eux et dans lesquels on retrouve la même série de roches ordonnée de la même manière par rapport à l'état de granulation, granites, porphyres, roches compactes grises et noires, que dans les terrains plutoniques anciens;

2° Que, dans chacune de ces époques, les éruptions continuèrent pendant un long espace de temps, et qu'elles ont suivi des lignes parallèles à celles des grandes dislocations du globe établies par M. E. de Beaumont. Il est remarquable que les plus récentes, celles dont les cratères sont encore parfaitement conservés, aient précisément eu lieu dans la région du croisement de toutes ces directions; elles ont profité de toutes les fissures formées par chaque dislocation. La direction suivie par les éruptions trachytiques (voyez la carte des mines) fait un angle de 70° avec celle des éruptions basaltiques, et celle-ci coupe celle des laves sous un angle de 85°. Les dislocations auxquelles se rapportent ces trois lignes se sont succédé immédiatement dans l'ordre chronologique. Maintenant, si un sphéroïde dont l'intérieur est occupé par une masse liquide se trouve comprimé dans un sens quelconque, la surface tendra à se rider dans une direction perpendiculaire à celle de la pression. Mais si cette pression vient à cesser tout-à-coup, le corps, cherchant à reprendre sa forme primitive, se déformera dans un sens perpendiculaire au premier, et il se produira sur la surface de nouvelles rides perpendiculaires aux premières (1), si toutefois le corps est homogène. Les rides de la surface de notre planète sont le résultat des mouvements de la matière fluide intérieure, comme je l'ai prouvé dans un précédent mémoire (2); une première action ayant déterminé des fissures par lesquelles une partie de la matière comprimée s'est répandue à la surface, a dû cesser aussitôt, et elle a été suivie par une réaction dans une direction à peu près perpendiculaire, puisque la terre n'est pas homogène.

D'après cela, et ce que nous avons exposé plus haut, en Auvergne, un ébranlement de la matière liquide intérieure ayant

(1) M. le capitaine Leblanc a déjà fait une application analogue du même principe. *Bulletin de la Société géologique*, tome XII, page 140.

(2) *Mémoire sur les inégalités de la structure du globe.*

déterminé les éruptions trachytiques, la sortie des basaltes serait l'effet de la réaction de ce mouvement, et celle des laves celui de la réaction du mouvement basaltique. On comprend alors comment les produits de ces diverses éruptions se sont immédiatement succédé, et se trouvent intimement liés les uns aux autres sans être cependant identiques.

Telles sont les conclusions auxquelles nous conduisent les observations géognostiques. D'après cela il est évident que le globe a dû être fortement disloqué dans tout l'espace occupé par la région volcanique de l'Auvergne, où viennent se croiser quatre grandes lignes de dislocations. Ce dernier résultat, sur lequel ces observations pourraient laisser quelque doute, annoncé depuis long-temps par MM. de Beaumont et Dufrénoy, contredit avec courage par les antagonistes des soulèvements, est pleinement confirmé par les travaux géodésiques et astronomiques exécutés pour la grande carte de France, par les observations du pendule et par celles du baromètre.

Nous avons montré, dans le mémoire cité plus haut, que la courbure de l'arc du parallèle moyen, mesuré par le colonel Brousseaud, augmente considérablement en traversant la chaîne du Puy-de-Dôme, et que dans cette portion le point de concours des verticales se relève de 5,104 mètres; que l'arc du méridien de Paris, qui passe près de cette chaîne, offre également une courbure notablement plus forte qu'entre Évaux et Dunkerque, entre Carcassonne et Montjouy. Mais il y a plus : près du village d'Omme, à 10,000 mètres au S. de Clermont, sur un des contreforts de la chaîne volcanique, près de l'endroit où cette chaîne est coupée par les directions des trachytes et des basaltes, le colonel Brousseaud a fait, pendant plusieurs années, avec toute l'exactitude exigée, des observations astronomiques pour contrôler les résultats de la géodésie. Eh bien! quoique ces observations marchassent parfaitement entre elles, la latitude et l'azimuth obtenus se sont trouvés l'un plus petit de 0° 0′ 16″ et l'autre plus grand de 0° 0′ 9″ que ceux donnés par la géodésie. Dans le second volume de la Description géométrique de la France (pages 631 et 632), M. Puissant a prouvé que, pour faire concorder en ce point singulier les résultats géodésiques et astronomiques, il faudrait supposer au globe terrestre un aplatissement de 1/88, c'est-à-dire plus de trois fois plus grand que son aplatissement moyen, ce qui entraîne l'existence d'un bombement considérable. La mesure du pendule, faite par MM. Biot et Mathieu dans une des salles du rez-de-chaussée de l'hôtel de la

Préfecture, donne une élévation de 154 mètres au-dessus du niveau elliptique; enfin la hauteur moyenne du baromètre, déduite de deux années d'observations par M. Ramond, corrigée convenablement, est de 726^{mm},021 à 400 mètres au-dessus du niveau de la mer et à 0°, et de 758^{mm},021 ramenée à ce niveau. Dans la même position, celle de l'observatoire de Paris est de 762 millimètres, ce qui donne 40 mètres pour l'élévation du niveau de Clermont au-dessus de celui de Paris. Le pendule donne à peu près la même chose, car, suivant les calculs de M Saigey, Paris se trouverait à 105 mètres au-dessus du niveau elliptique, ce qui donne 154—105=49 mètres pour la différence entre les niveaux de Clermont et de Paris. De tous ces résultats mathématiquement établis, on peut rigoureusement conclure que non seulement le globe a été fortement disloqué dans toute la région volcanique de l'Auvergne, mais encore que sa courbure y a été considérablement augmentée; de là tous les phénomènes de soulèvement que présente cette région, et sur lesquels on discute depuis si longtemps.

Ce travail, ainsi que celui du même auteur lu dans les séances du 1er et du 15 mars 1841, sont renvoyés au Conseil pour être insérés dans la première partie du tome VI des Mémoires de la Société.

M. Angelot demande si le domite est réellement un trachyte altéré, comme l'admet M. Rozet, et si l'on ne peut pas le regarder comme une roche *sui generis*, pouvant constituer une espèce particulière, bien caractérisée sous tous les rapports. M. Rozet répond que les éléments constituants du domite sont les mêmes que ceux des trachytes, et qu'il a observé près des bains du Mont-Dore un véritable trachyte friable passant au domite. J'ajouterai encore aux observations précédentes, continue-t-il, qu'il existe au sommet du Puy-de-Chopine un terrain de transport dans lequel on reconnaît des fragments de granite semblable à celui que l'on exploite 600 pieds plus bas, et que des traces de ce même terrain existent très probablement aussi sur le sommet du Puy-de-Dôme.

Après quelques observations de M. Michelin sur ce dernier fait, M. Paillette lit la note suivante:

Note sur quelques phénomènes relatifs aux terrains de transport, par M. Paillette.

Depuis quelques années, on s'occupe activement de rechercher quelle a pu être l'influence des glaciers anciens et leur rôle principal dans le transport des blocs erratiques, ou lors de la formation de quelques uns de ces terrains classés jadis en masse sous le même nom de terrains diluviens. Diverses théories plus ou moins ingénieuses, plus ou moins satisfaisantes, ont été émises par des géologues consciencieux ; mais tous les faits ont-ils été suffisamment observés pour qu'on ait pu en déduire une loi générale ? Je ne le pense pas, et je trouve que certains géologues, profitant de quelques bonnes idées, en font une application trop étendue. Je crois aussi que le moment n'est pas encore venu d'arrêter invariablement le mode d'action de grands phénomènes que nous connaissons seulement par leurs effets, effets souvent complexes et pouvant être produits dans des circonstances hydrostatiques essentiellement différentes.

C'est pour cela que je me contenterai d'indiquer quelques études de détail qui m'ont pourtant paru dignes de fixer l'attention.

Les explorateurs de la chaîne des Pyrénées ont presque tous été frappés de ces amas puissants de galets qui constituent le sol d'attérissement des environs de Perpignan, galets très meubles et alternant toujours avec des zones de sable, de calcaire argileux, d'argiles calcaires, etc.

Vers le haut de la vallée de la Têta, où cette formation atteint un grand développement, les parties supérieures des montagnes alluvionnelles présentent fréquemment d'énormes blocs bien différents de ceux qui existent dans l'intérieur des masses. Il est donc probable que leur présence n'est pas due au même ordre de circonstances.

Les environs d'Ille, de Rhodez et de Brades sont fort heureusement assez accidentés pour qu'on puisse se livrer à des recherches fructueuses dans les vallons qui flanquent, au pied du Canigou, la vallée principale dessinant au N. la grande dislocation due à l'apparition de cette montagne.

De Mont-Louis (c'est-à-dire à 24 lieues environ de son embouchure et à près de 1,600 mètres au-dessus du niveau de la Méditerranée), la Têta, qui est descendue rapidement des hautes

montagnes où elle prend sa source à 5 lieues de cette ville (1), se précipite dans la direction de l'E.-N.-E., pour n'être plus sous Prades qu'à 330 mètres au-dessus de la mer.

Elle a donc franchi une hauteur approximative de 1,270 mètres dans un parcours d'une dizaine de lieues.

Ce saut, aujourd'hui pente régulière si l'on envisage les faits sur une grande échelle, ne s'est pas toujours effectué de la même manière. Des gorges très abruptes, portant de nombreuses traces d'érosion, sont là de véritables témoins destinés à appeler l'attention des géologues.

L'une d'elles, connue sous le nom de Mort-à-Gallife ou des Graus-d'Olette, se compose de granite talqueux, passant à la protogine, puis au gneiss et aux schistes talqueux. Au-dessus viennent des nappes de calcaires cristallins.

Sa largeur est de 25 mètres au plus, tandis que sa hauteur, prise au-dessus du lit actuel de la rivière, peut être évaluée sur la berge droite à 60 mètres, et même à 80 mètres.

Le côté gauche, quoique moins élevé, ne présente pas moins une échancrure à pic, au sommet de laquelle fut bâti, par quelques prêtres et en l'an 840, le monastère connu sous le nom de Saint-Martin de l'Exalada.

S'il faut en croire la chronique, *une crue de la Téta le détruisit vers l'an* 878.

Une pareille augmentation dans le régime des eaux d'une rivière courant avec une pente prodigieuse n'étant pas admissible, il faut en conclure que le lit ancien se trouvait à un niveau supérieur à celui qu'on voit de nos jours.... Si l'on part de cette hypothèse et qu'on refasse par la pensée le barrage supposé, on découvre, au moyen de cotes de nivellement entre les Graus et Thuès, que cette vallée fut jadis un lac dans lequel se déposaient vraisemblablement quelques uns de ces cailloux roulés qu'on trouve sur les flancs de la rive gauche, près des mines de Canavellas, et à une hauteur de 40 à 50 mètres au-dessus du fond de la vallée.

Ce que des documents historiques forcent à admettre pour le barrage des Graus peut se déduire facilement de l'inspection de la gorge de Villefranche, dont la largeur *maximum* est de 700 à 1000 mètres, tandis que ses parois se dressent à des hauteurs

(1) Puig-Peyric est à 1,427 toises ou 2,781 mètres au-dessus de la Méditerranée.

considérables, qu'on ne saurait évaluer à moins de 600 mètres pour les crêtes qui couronnent la forteresse.

Un nivellement exact nous a prouvé qu'un point peu distant de celle-ci était à 140 mètres au-dessus du lit de la Têta. Or, menant de cet endroit une ligne horizontale, on atteint près de l'Hermitage une espèce de golfe où les traces de l'action des eaux sur des roches calcaires sont parfaitement évidentes.

Au-delà de Villefranche, grande dilatation de la vallée dans la plaine de Prades; puis bientôt nouvel étranglement et nouvelle gorge dans le granite près de Rhodez. Arrivent enfin les plaines d'Ille et celles de Perpignan.

Passant le col de la Perche, élevé d'à peu près 1,559 mètres, obstacle qui empêche les vallées de la Sègre et de la Têta de former un seul et même cours d'eau, on ne tarde pas à reconnaître des traces non équivoques d'anciens barrages, surtout du côté de Belver.

Il ne serait pas raisonnable d'admettre que de semblables cascades aient eu lieu seulement dans la vallée principale, sans que les vallées latérales aient présenté des positions analogues; c'est aussi ce qu'on peut constater à l'orifice des ruisseaux d'Aytua, de Sahorre, de Vernet, etc.

Au fond de ces grands golfes d'autrefois, et probablement avant l'élévation du Canigou, eurent lieu des dépôts de lignite, qui ont été exploités près de Livia et à Sanabastre en Espagne. Des Planorbes, des Lymnées, des débris paléothériens, des Conifères mal fossilisés se recueillent autour de ces anciennes excavations et dans presque tous les affleurements charbonneux de la Cerdagne.

Partout aussi où de semblables traces de combustible ont été constatées dans la vallée de la Têta (à Serdinya, à Catlla, etc.), les mêmes fossiles s'y sont montrés, mais en moins grande abondance. Jamais au milieu de ces gisements ne paraissent les gros galets ou les blocs de granite. Ils n'existent qu'à des hauteurs plus grandes.

Les grottes de la vallée de la Têta (Fuilla, Villefrance, etc., etc.) indiquent à des élévations variables une action énergique de courants aqueux qui charriaient à une première époque des limons, et à une seconde des sables avec des galets.

C'est ainsi que les travaux du génie militaire ont constaté à l'entrée de la vallée du Vernet, dans la grande casemate, une première couche d'ossements d'ours, des cavernes recouvertes

d'un dépôt stalagmitique assez puissant, puis une deuxième couche à ossements humains avec des débris de l'industrie humaine et d'animaux contemporains de l'homme.

Les faits qui précèdent, en prouvant le refouillement de la vallée à diverses époques, ne sont pas absolument opposés à la théorie du transport des blocs par les glaciers. Les masses granitiques ou quartzeuses qui existent au sommet des montagnes modernes n'ont pas été déposées dans un milieu liquide, à moins qu'il n'ait été à l'état de bouillie, puisque le poids résultant de leur volume, souvent très considérable, les eût entraînées vers les parties inférieures.... Il faut donc croire qu'à un certain moment, des glaciers auraient amené sur le grand plan de glissement, si facile à observer depuis Escaro jusque près de Villerach, ces mêmes blocs dont la place insolite ne permet pas de les voir transportés autrement.

Il serait possible aussi que la fonte de ces mêmes glaciers eût causé la rupture des digues naturelles dont j'ai parlé.

Je conclus de l'esquisse précédente que le terrain diluvien de la plaine de Perpignan peut, et on ne saurait en disconvenir, avoir été produit par plusieurs causes agissant en même temps, ou à des époques distantes les unes des autres, mais qu'il ne semble pas le résultat d'une seule action.

Je passe à d'autres phénomènes plus récents.

Dans la Sicile, au centre des monts Pelores, dont on peut voir la constitution géologique sur la carte de M. F. Hoffmann, existe au-dessus des granites et des gneiss une formation assez étendue de schistes talqueux, avec grauwacke schisteuse et des schistes argilo-talqueux, qu'on a lieu de rapporter à la période cambrienne.

Ces roches, développées autour de Novara ou Noara, supportent près de cette ville une masse de calcaire jurassique, ou bien des poudingues et des grès tertiaires en stratification discordante.

Les schistes, excessivement contournés, sans direction ni pendage constant, renferment dans leur intérieur des zones, des nids ou des nœuds de quarz laiteux, avec fer carbonaté spathique et assez souvent d'autres métaux sulfurés. Ils ont donné lieu, depuis le commencement du siècle dernier, à des recherches de mines sur lesquelles je reviendrai plus tard.

C'est au milieu du groupe de Noara que prennent leur source les rivières les plus importantes du nord de la Sicile. Chacune d'elles, torrent impétueux, souvent épouvantable pendant la sai-

son des pluies, n'offre durant l'été qu'un lit desséché, dans lequel il n'est souvent pas possible de trouver de l'eau, à moins qu'on ne creuse 1 ou 2 mètres en contre-bas du lit actuel.

Il y a soixante ou quatre-vingts ans (ceci est de mémoire d'homme), lorsque les sommités de Fondachelli et de Francavilla, etc., étaient boisées, les Fiumaras suivaient assez tranquillement le cours de la vallée sans produire de grands ravages; mais depuis cette époque les choses ont bien changé.

La rivière de Fondachelli, par exemple, qui n'avait, lors des levés du capitaine Smyth, pendant l'occupation anglaise, que quatre ruisseaux à la naissance de son cours, en offre en ce moment plus de six, et toutes les années de nouveaux exhaussements, augmentant la hauteur du sol, envahissent successivement les habitations, menaçant de combler prochainement l'église et les maisons les plus basses du village.

Curieux d'étudier la marche progressive de ces attérissements produits par des schistes qui, se désagrégeant pendant l'été, foisonnent et coulent au moment des pluies, j'ai nivelé en janvier 1841 le talus de déblais amassés, d'après les *on dit* du pays, depuis un point situé au bas de l'église, et qui se trouvait autrefois à 3 ou 4 mètres au-dessous des eaux (1). Pour une distance de 790 mètres qui séparait le point de départ de la base de la montagne, on a trouvé $65^m,60$ de différence ou $0^m,823$ de pente par mètre courant, ce qui représente un angle de talus assez fort.

Cet attérissement, énorme dans l'espace d'un siècle, menace de s'accroître chaque jour. Si l'on parcourt, en effet, les sommets des cantons dits de San Liggi, de Speccia, etc., on reconnaît de grands cirques d'éboulement qui se dessinent sur un diamètre souvent de plus de 100 mètres, d'où il résulte qu'avec le temps, l'espace, aujourd'hui montueux, qui sépare la rivière de Fondachelli des affluents de l'Alcantara, ne sera plus qu'une pente ondulée très praticable.

Au surplus, je citerai, pour donner une idée de cette énergie de comblement, un fait bien saillant parmi tant d'autres.

Vers la fin de novembre 1840, on avait levé le plan des travaux de recherches à la mine dite Argentiera, Contrada, Casciandra, dont la galerie d'écoulement débouchait dans la rivière de Noara. De longs clous avaient été fixés dans le rocher solide comme points de repère à $0^m,80$ ou $0^m,90$ du sol. Après les pluies de la

(1) Cette opération a été exécutée et vérifiée avec le niveau réflecteur perfectionné.

fin de décembre, non seulement ces clous étaient cachés par les déblais, mais ils se trouvaient recouverts de 1^{m},20 de détritus de roches schisteuses et des poudingues supérieurs.

Le talus de débris descendu par le ravin de Figarella présentait à sa base, et au point de confluence avec la rivière, une dénivellation de plus de 2 mètres.

Pendant que ceci se passait sous l'influence des courants d'eau, les schistes, moins désagrégés ou seulement ébranlés, se gonflaient de liquide, et augmentaient peu à peu les cirques d'éboulement.

Ces roches superposées, calcaires ou poudingues, les suivaient dans leur marche, et j'ai pu constater la descente d'un bloc de poudingue cubant près de 20 mètres.

Ainsi viennent chaque jour dans le bas des vallées, en suivant les plans inclinés des éboulis naturels, ces énormes blocs qui étonnent tous les voyageurs en Sicile.

Sur d'autres points de ce pays (Nicotia, Sperlinga, Caltanissetta), des phénomènes analogues se passent dans une série géologique. Je veux parler de ces fameuses *valanches* qui se creusent chaque année dans les argiles au-dessous du terrain tertiaire supérieur, de façon à entraîner dans leur chute, cultures et habitations.

En Calabre, autour de Reggio, du côté de Longobuco, les lits des rivières, et surtout dans la partie haute, confirment l'exactitude des faits précédents; mais l'endroit où ils sont plus palpables, c'est à Bivongi, près Stilo.

A la suite de quelques déboisements le long de la Fiumara Zoppa, les attérissements sont devenus tels, il y a une vingtaine d'années, que plusieurs maisons du village ont été instantanément recouvertes de déblais. Ceux-ci, entraînant des coquilles modernes (*Bulimus decollatus* et autres), donnent à plusieurs de ces envahissements terreux l'aspect de certains Lehms.

On voit par ce qui précède que dans certaines circonstances données, de gros blocs peuvent être transportés de nos jours à des distances assez considérables, sans que les glaciers y aient pris a moindre part.

Séance du 21 *mars* 1842.

PRÉSIDENCE DE M. DUFRÉNOY, *vice-président.*

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membre de la Société : M. Achille DE ZIGNO, présenté par MM. Catullo et Michelin.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Daubrée, son *Mémoire sur le gisement, la constitution et l'origine des amas de minerai d'étain.* (Extrait du tome XX des *Annales des mines.*) In-8°, 60 pages. Paris, Carillan-Gœury, 1842.

De la part de M. Melleville, son ouvrage intitulé : *Du diluvium ; recherches sur les dépôts auxquels on doit donner ce nom, et sur la cause qui les a produits.* In-8°, 86 pages. Paris, Langlois et Leclercq, 1842.

De la part de M. C. Prevost, ses *Documents pour servir à l'histoire des terrains tertiaires.* In-8°, 240 pages.

De la part de M. P. E. Morin, trois *Mémoires sur la météorologie* lus en 1841 au congrès scientifique de Besançon.

De la part de M. Ch. d'Orbigny, le *Dictionnaire universel d'histoire naturelle* dont il dirige la publication. Tome II, 20e livraison.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Annales scientifiques de l'Auvergne, publiées par l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Clermont-Ferrand, sous la direction de M. H. Lecoq. In-8°, tomes XII et XIII, années 1839 et 1840.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° 73.

Proceedings, etc. (Procès-verbaux de la Société géologique de Londres). In-8°, vol. III, part. II, 1841, nos 74, 75, 76 et 77.

Transactions, etc. (Mémoires de la Société géologique de Londres). Seconde série, vol. VI, partie Ire. In-4°, Londres, 1841.

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1842. 1er semestre (tome XIV, nos 10 et 11).

Mémorial encyclopédique, nos de décembre 1841 et janvier 1842, avec les tables analytiques et par ordre de matière pour 1841.

L'Institut, nos 428 et 429.
L'Écho du monde savant, nos 711-714.
The Mining Journal, nos 342 et 343.
The Athenæum, nos 750 et 751.

COMMUNICATIONS.

M. de Roys lit le mémoire suivant :

Dans la séance du 7 février, M. Rozet a mentionné deux hypothèses qui lui paraissaient donner une explication satisfaisante des dislocations éprouvées par notre globe. Suivant l'une d'elles, le refroidissement de la terre affectant sa masse totale, il se serait formé à l'intérieur de grands vides qui auraient déterminé dans son enveloppe solide de nombreux affaissements auxquels elle devrait son relief. Cette hypothèse s'appuie sur une théorie et des calculs très ingénieux de MM. Poisson et Fourrier sur la marche du refroidissement dans une sphère incandescente. Il nous semble que les savants illustres qui les ont appliqués au refroidissement de la terre n'ont point fait assez d'attention à un fait bien connu. Quand un corps change d'état, soit en passant de l'état solide à l'état liquide ou de l'état liquide à l'état gazeux, soit en suivant la marche inverse, sa température apparente ne varie pas, quoiqu'il absorbe dans le premier cas, et qu'il dégage dans le second une très grande quantité de calorique. Toutes les personnes qui travaillent les métaux savent que lorsque leur fusion ou leur solidification a commencé, la température de la partie liquide devient aussi constante que celle de l'eau dans l'ébullition ou la glace fondante. Il nous paraît naturel d'en conclure que jusqu'au moment où la solidification du globe sera complète, la température actuelle de la masse liquide, et par conséquent son volume, ne doivent pas varier.

Quand on admettrait que, dans l'intérieur de la masse liquide, la température irait en croissant de la surface au centre, la couche qui, dans un moment donné, passe à l'état solide dans tout le pourtour de cette masse, dégage une très grande quantité de calorique. Ce calorique doit évidemment rayonner également à l'intérieur et à l'extérieur, et prévenir par conséquent les pertes que cette masse pourrait faire. J'avoue que je ne conçois pas comment elle pourrait en perdre dans toute son étendue, sans se solidifier en entier.

Les causes du refroidissement de la terre sont toutes extérieures. Si les substances qui entrent dans sa composition étaient de bons conducteurs du calorique, les couches intérieures fourniraient rapidement à la surface tout celui dont elle aurait besoin pour que l'équilibre se maintînt. Il en résulterait que le refroidissement, après les premiers moments, marcherait plus vite à l'intérieur qu'à l'extérieur, et que dans cet intérieur il se formerait nécessairement un vide. Mais le contraire a lieu. Toutes les roches qui composent au moins sa surface sont de très mauvais conducteurs, soit à l'état solide, soit à l'état liquide. Ainsi, ces causes de refroidissement, qui, nous le répétons, sont toutes extérieures, ne peuvent étendre leur influence à l'intérieur que par une transmission nécessairement très lente. Comme elles agissent toujours à la surface du globe, il en résulte que jusqu'au moment où cette surface a atteint la limite de son refroidissement, elle perd beaucoup plus de calorique que l'intérieur ne peut lui en fournir. Les couches superficielles doivent donc tendre à se contracter plus rapidement que les couches intérieures, et à exercer par conséquent sur l'intérieur une pression qui exclut la formation des vides internes. Lorsque le refroidissement superficiel atteint sa limite, le contraire a lieu. La dimension des couches superficielles devient constante, et le refroidissement n'exerce son influence qu'à l'intérieur. Alors il doit s'y former des vides; mais ce n'est qu'à cette limite que cette formation de vides est possible. Ainsi, puisqu'il résulte des études de M. Deshayes que la température de la surface de la terre a diminué très sensiblement pendant la durée de l'époque tertiaire, cette limite n'était point encore atteinte, et ce n'est par conséquent pas à l'existence de vides intérieurs, déterminant des affaissements dans les couches superficielles, que l'on peut attribuer les anciennes révolutions du globe.

L'hypothèse que M. Rozet avait d'abord préférée n'est pas entièrement nouvelle. M. Cordier explique depuis long-temps les phénomènes volcaniques par la pression qu'exerce sur la masse encore liquide l'enveloppe extérieure contractée par son refroidissement; et l'année dernière, j'avais annoncé que cette hypothèse me paraissait conduire à l'explication de plusieurs phénomènes géologiques, et notamment des immenses glaciers qui ont signalé la fin de la période tertiaire.

Le refroidissement du globe a été attribué au rayonnement du calorique vers les espaces célestes, dont la température, évaluée par Fourrier et Swanberg à — 50°, a été élevée par Poisson à — 13°, et abaissée par M. Pouillet jusqu'à — 142°.

Il nous semble que l'on a négligé à tort une autre cause bien active. L'eau ne pouvait subsister à la surface de la terre liquéfiée qu'à l'état de vapeur. Quand on n'évaluerait la masse totale de l'eau, tant apparente qu'en circulation, cachée ou fixée maintenant dans les dépôts, qu'au volume d'une couche de 1,200 mètres de puissance sur toute la surface de la terre, il n'en résulte pas moins qu'elle devait, à l'origine des choses, se trouver tout entière à l'état de vapeur dans l'atmosphère, dont la masse devait donc être environ cent vingt fois plus considérable qu'aujourd'hui.

A tension égale, le poids de la vapeur d'eau est environ les deux tiers de celui de l'air atmosphérique. Cette immense quantité de vapeurs occupait donc la partie supérieure de l'atmosphère. Là, rapidement dépouillée de son calorique par le contact avec les espaces célestes, elle devait se précipiter, non pas en pluie, mais en véritables torrents sur la surface incandescente du globe. L'immense température de cette surface devait faire immédiatement repasser cette eau à l'état de vapeur. Les mêmes circonstances se reproduisant toujours, il dut y avoir une succession de ces condensations dans l'atmosphère et de ces vaporisations à la surface du globe jusqu'au moment où elle fut assez refroidie pour qu'une partie de cette eau pût demeurer à l'état liquide.

On sait que, pour passer de la température de l'ébullition à l'état de vapeur, l'eau absorbe six fois plus de calorique que pour passer de la glace fondante à la température d'ébullition. On peut juger de l'immense absorption de calorique que chacune de ces vaporisations venait opérer à la surface du globe. Ainsi, la solidification de cette surface dut être très prompte, et s'étendre même de suite à une certaine profondeur. Il était effectivement impossible que ces premières assises ne fussent pas pulvérisées par la violence du choc de cette immense masse d'eau tombant du haut de l'atmosphère. Les terrains ainsi formés ne pouvaient contracter aucune adhérence, et long-temps les eaux durent pénétrer jusqu'à la masse encore liquide. Cependant les progrès de la solidification amenèrent sans doute bientôt le moment où une partie de cette masse d'eau put persister à l'état liquide, et acquérir assez de puissance pour amortir le choc des eaux condensées. La solidification continua alors, mais d'une manière plus régulière, et les couches ainsi formées durent offrir une grande adhérence.

Ces premières eaux permanentes présentaient évidemment une température très élevée à cause de la haute pression de l'atmosphère. Lorsque les vapeurs supérieures se condensaient, elles

devaient sans doute entraîner dans leur chute, comme cela a lieu dans les pluies actuelles, toutes celles qui occupaient les régions inférieures. Il y avait donc un moment où l'atmosphère devait se trouver presque dépouillée de vapeurs, et où la pression était par conséquent immensément réduite. L'évaporation devait alors reprendre avec une grande énergie jusqu'à ce que l'équilibre fût rétabli. Il y avait donc pendant ce temps une très grande absorption de calorique, et cette absorption se ralentissait pendant la chute des eaux. Ainsi ces chutes et le refroidissement causé par la vaporisation offraient une intermittence prononcée. Il en devait résulter une structure stratiforme dans les couches solides qui se formaient ainsi. Les parties supérieures, primitivement pulvérisées par la violence du choc des eaux atmosphériques, se trouvaient graduellement soustraites à l'agitation que ces chutes produisaient dans les eaux permanentes à mesure que la hauteur de ces eaux augmentait. Les assises ainsi formées durent présenter une structure complétement schisteuse, sans aucune apparence cristalline, tandis que l'aspect des roches solidifiées postérieurement devenait de plus en plus cristallin.

Jusque là le globe n'avait point perdu son horizontalité, en prenant ce mot pour désigner la surface de sa forme normale. Mais les roches qui en composent les assises supérieures sont de très mauvais conducteurs du calorique; ainsi l'effet du refroidissement se propageait à l'intérieur avec une extrême lenteur. La solidification ne s'opérait donc que lentement, et l'enveloppe solide n'avait qu'une très faible épaisseur. Lorsque par le progrès du refroidissement une couche nouvelle se solidifiait, le dégagement considérable de calorique qui avait lieu, comme nous l'avons déjà vu, rayonnant à l'intérieur, maintenait la température, et par conséquent le volume du liquide intérieur, et à l'extérieur, échauffant les couches contiguës, en même temps qu'il fournissait aux progrès du refroidissement, disposait ces couches à adhérer fortement, de manière que la rupture de quelques unes entraînât celle de la totalité.

Nous croyons avoir bien établi que les causes de refroidissement agissent avec la plus grande énergie à la surface même de la terre; qu'ainsi tant que cette surface n'a pas atteint la limite de son refroidissement, elle se trouve très rapidement dépouillée de son calorique, et que cette perte est réparée lentement par la transmission du calorique intérieur. Les assises superficielles tendent donc à se contracter, et elles se contracteraient effectivement sans la résistance opposée par la masse liquide dont le vo-

lume est demeuré le même. Il en résulte donc une pression qui empêche, comme nous l'avons vu, la formation de vides intérieurs. L'effet de cette pression est de faire éprouver à l'enveloppe solide une tension qui s'augmente en raison des progrès du refroidissement. Les corps solides, réduits à une grande minceur relativement à leur surface, jouissent tous d'une élasticité assez notable. Ainsi une tension dans le sens de cette surface les oblige à s'étendre jusqu'au moment où, la force de traction l'emportant sur celle de cohésion, il y a rupture. Les phénomènes qui accompagnent cet agrandissement de surface n'ont point encore été bien étudiés; il est cependant certain que, malgré la réduction d'épaisseur, le volume du corps étendu s'accroît à mesure que la traction augmente. Or, puisqu'un corps comprimé, dont le volume est par conséquent réduit, laisse échapper du calorique, ce qui se manifeste par l'échauffement à l'extérieur, on peut affirmer que lorsqu'un corps sollicité par des forces extérieures reçoit par leur action une augmentation de volume, il doit y avoir absorption de calorique, manifestée par un refroidissement extérieur.

Les influences réfrigérantes qui agissent sur la terre, après avoir solidifié sa surface, continuèrent à refroidir cette enveloppe qui, tendant à se contracter, pressa fortement sur le liquide intérieur. Le premier effet de cette pression dut être de modifier la forme du globe, et de la rapprocher de la sphéricité qui, pour une même snrface, présente le maximum de volume. Si le globe eût été en repos, il eût rapidement atteint cette forme; mais le mouvement de rotation continuant toujours, la pression du liquide intérieur sur l'équateur ne lui permettait pas de l'atteindre.

Tant que l'horizontalité du globe n'avait pas été altérée, les eaux permanentes avaient dû être uniformément répandues sur toute la surface; mais lorsque la tension de l'enveloppe solide modifia sa forme, les eaux, libres à l'extérieur, continuèrent d'obéir à la force centrifuge. Ainsi, tandis que le rayon équatorial se réduisait, la puissance des eaux y augmentait et se réduisait sur les pôles.

Les actions solaire et lunaire, s'exerçant librement sur cet océan sans bornes, produisaient un mouvement de flux et reflux dont l'axe devait être à peu près celui de l'écliptique. Il en résultait des variations diurnes dans la hauteur de l'eau aux pôles, et peut-être leur émersion temporaire. Ainsi les actions réfrigérantes ne s'exercèrent plus uniformément sur l'enveloppe solide, et son homogénéité dut s'altérer. La continuité de ces actions augmentait graduellement la tension de l'enveloppe, en

même temps que la forme générale du globe se modifiait. Dans cet accroissement de tension, elle absorbait le calorique des corps contigus, hâtant ainsi les progrès intérieurs de la solidification; ce qui en fournissait à la surface inférieure, elle enlevait extérieurement celui de l'eau ou des assises de l'atmosphère contiguës à sa surface.

Lorsque cette tension l'emporta enfin sur la force de cohésion, il y eut rupture. Cette rupture dut s'effectuer à la manière des corps minces plus fortement pressés sur quelques points que sur le reste de leur surface. Il y avait effectivement, d'après les considérations que nous venons d'exposer, comme deux pôles de pression vers lesquels les lignes principales de rupture durent converger. Ces lignes n'étaient donc point parallèles; mais, selon la belle remarque de M. de Beaumont, elles étaient sensiblement perpendiculaires à un même grand cercle. Les substances encore liquides de l'intérieur, pressées par la surface consolidée, s'élevèrent à travers ces fractures, relevant et déchirant leurs bords. En même temps l'enveloppe solide, dilatée par sa tension, reprenait son volume normal, dégageant immédiatement le calorique surabondant qu'elle avait absorbé. Il y eut donc, à la surface du globe, une immense émission de calorique produite par le retrait subit de l'enveloppe, et par la sortie des roches encore fondues de l'intérieur. Il en résulta donc une immense vaporisation des eaux superficielles, suivie par conséquent d'une immense chute d'eau.

Dans leur mouvement ascensionnel, les roches liquides de l'intérieur dépassèrent nécessairement le point d'équilibre. La promptitude du refroidissement ne leur permit probablement pas de revenir, après plusieurs oscillations, à leur niveau normal. Il y eut donc, sans doute, non seulement des relèvements aux fractures, mais des dépressions parallèles produites par la réaction. Ainsi la surface du globe, continuant à être horizontale en grand, offrit de nombreuses irrégularités de détail. Les eaux se réunirent dans les parties les plus basses; les plus élevées furent complétement émergées. Ces mêmes irrégularités durent aussi influer sur l'épaisseur de l'écorce solide. Elle présenta donc à l'intérieur des inégalités comparables à ses inégalités extérieures.

Il est inutile d'entrer dans aucun détail sur la formation des terrains sédimentaires après cette première dislocation. Le refroidissement superficiel continua avec une grande intensité. Bientôt par conséquent l'enveloppe solide de la terre tendit à se contracter; mais les inégalités intérieures produisirent une modification dans

a marche des phénomènes qui accompagnèrent cette tendance. Le premier effet de la tension fut de repousser au-dehors les parties épaisses de l'écorce qui plongeaient dans la masse liquide. Il en résulta des mouvements partiels. Les terrains déposés sur les parties déplacées offrirent une discordance de stratification, tandis qu'ailleurs ils concordaient avec les couches antérieures. C'est probablement à cette sorte de mouvement qu'on doit attribuer le relèvement récent des côtes du Chili, et peut-être celui des grandes terrasses des Pampas et des anciennes plages si nombreuses en Europe. Si ces déplacements sont accompagnés de ruptures, elles doivent probablement se borner à des failles, puisque l'enveloppe solide doit encore ne peser que très faiblement sur la masse liquide de l'intérieur.

L'augmentation de capacité pour le calorique, donnée à l'écorce solide par la tension qu'elle éprouve, produit un froid relatif très intense dans les couches contiguës d'air et d'eau. Ce froid ne permet plus l'existence des êtres vivant auparavant, organisés pour une température plus élevée. Sans doute, dans les révolutions anciennes, ce froid ne devait pas aller jusqu'à la congélation de l'eau ; mais il suffisait pour entraîner la destruction des êtres qui peuplaient auparavant la terre. Ainsi s'explique de la manière la plus naturelle le fait si remarquable du renouvellement entier des êtres vivants, lors des grandes révolutions du globe. Lorsque les progrès du refroidissement amenèrent une température superficielle peu supérieure à la température actuelle, le froid produit dans l'air et l'eau contigus au sol, par suite de sa tension, dut occasionner la congélation de l'eau et la formation de glaciers immenses. L'action réchauffante du soleil devait cependant alors être très sensible dans les contrées intertropicales. Une partie des animaux de l'époque tertiaire put donc y trouver une température encore suffisante pour leur existence, tandis que le reste de la terre se couvrait de ces glaciers dont les vestiges s'observent en tant de lieux.

Lorsque la tension parvenue à sa limite produisait une rupture, l'écorce du globe revenant à son volume naturel, il y avait dégagement du calorique surabondant qu'elle avait absorbé. A la surface il s'appliquait à la vaporisation de l'eau; mais, dans les couches intermédiaires et profondes, il devait y avoir une grande élévation subite de température. Peut-être est-ce à cette cause qu'il faut attribuer le métamorphisme de certaines roches, et au moins la grande adhérence des grès et des calcaires anciens. Le ramollissement de ces couches peut aussi expliquer les plisse-

ments que tant de couches anciennes ont éprouvés, sans cependant se rompre.

Le dégagement de calorique qui accompagne ce retour de l'enveloppe solide à son volume normal, l'émission qui a lieu par les fractures des roches encore liquides de l'intérieur, occasionnent une immense vaporisation d'eau qui retombe après s'être condensée. Ainsi, à chaque révolution, il y a un véritable *déluge*, et par suite formation d'une assise diluvienne (1). J'avais déjà fait observer à la Société que l'argile plastique du S. E. du bassin de Paris, avec ses poudingues, paraissait offrir tous les caractères d'un véritable *diluvium*, placé à l'origine des terrains tertiaires. Telle est aussi probablement l'origine d'un grand nombre de conglomérats placés avec leurs grès et leurs marnes à la base de plusieurs grandes divisions.

Cette théorie nous paraît se déduire de la manière la plus naturelle de l'hypothèse maintenant incontestable de la fluidité primitive du globe. Elle explique tous les grands phénomènes géologiques observés jusqu'à ce jour, et, comme nous l'avons dit, M. Cordier l'emploie depuis long-temps pour rendre compte des éruptions volcaniques. Elle nous semble donc offrir tous les caractères de la vérité. La surface du globe paraît avoir atteint la limite de son refroidissement. Ainsi, dorénavant, le volume de l'enveloppe demeurera constant, et les progrès du refroidissement produiront à l'intérieur des vides considérables. Mais dans toutes les périodes anciennes la haute température superficielle prouve que l'on était encore loin de cette limite. Les causes réfrigérantes agissant à la surface lui enlevaient plus de calorique qu'elle ne pouvait en tirer des couches inférieures, toutes composées de mauvais conducteurs du calorique. Elle devait donc peser sur l'intérieur du globe, ce qui exclut jusqu'ici la formation de vides intérieurs.

M. Angelot fait sur ce mémoire les réflexions suivantes :

Selon M. le marquis de Roys, la température d'un corps liquide ne varie pas pendant toute la durée de son passage à l'état solide, et, par suite, la chaleur émise par la terre ne provient que du calorique latent mis en liberté par la solidification. Il ne transpire aucune partie du calorique de la masse liquide inté-

(1) M. Rozet m'a dit que ce fait lui avait paru bien constaté en Auvergne.

rieure, qui conservera, jusqu'au dernier moment de la solidification complète, sa température actuelle. Je conteste ce principe, qui fait la base du Mémoire que vous venez d'entendre.

Sans doute, un corps qui change d'état conserve la même température dans son passage d'un état à l'autre; mais cette permanence de température n'est *nécessaire* que pour la partie même du corps qui change, va changer ou vient de changer d'état, et non pour la totalité du corps, quelque étendu qu'il soit et quelle que soit la température de ses diverses parties. Dans une sphère liquide homogène, dont la température serait abaissée déjà dans toutes ses parties au point de congélation du corps dont elle est formée, on pourrait trouver tout simple que la température du liquide intérieur ne fût pas modifiée pendant tout le temps que dure la solidification. Encore même faudrait-il supposer pour cela que le calorique latent, rendu libre par le changement d'état, ne rayonne pas vers le centre pour en élever la température, et rayonne seulement vers la surface, ce qui ne laisse pas de présenter quelques difficultés. Mais, sans nous y arrêter, la terre, composée bien évidemment de corps très hétérogènes, peut-elle être assimilée de tous points à un corps physiquement et chimiquement homogène?

Sans admettre d'ailleurs, à beaucoup près, que la température aille aussi rapidement en croissant dans la partie liquide que dans l'écorce déjà solidifiée, il est difficile de ne pas supposer qu'il y existe une certaine progression de température plutôt qu'une température uniforme. Pour produire cette uniformité, il eût fallu que toutes les matières qui composent la terre eussent une conductibilité infinie à l'état liquide, conductibilité qui, dès l'origine du refroidissement du globe, eût amené simultanément un abaissement de température uniforme dans tous les points de la masse liquide. Mais cette conductibilité infinie est inadmissible. On pourrait encore supposer cette uniformité de température à la masse liquide, si elle était homogène et douée dans toutes ses parties d'une telle fluidité qu'elle pût permettre l'ascension rapide des molécules les plus échauffées vers la surface, ce qui équivaudrait à peu près à une conductibilité infinie. Mais la terre est bien loin d'être homogène, et les molécules de deux liquides de densités différentes peuvent encore conserver leur relation de position, résultant de leur densité spécifique, respective, à des degrés de chaleur très différents. En outre, sans admettre la solidification par pression à de très hautes températures, on peut regarder comme assez probable qu'à des pressions énormes les matières

liquides ne conservent pas une extrême fluidité. Une autre circonstance aurait encore pu amener l'uniformité de température intérieure; c'est une grande conductibilité de la masse liquide jointe à une conductibilité nulle de son enveloppe solide. Cette dernière circonstance n'existe pas non plus, puisque la conductibilité de l'écorce terrestre n'est pas nulle; mais elle n'est pas très considérable, et c'est ce qui me porte à penser que l'accroissement de température dans la masse liquide ne l'est pas non plus, quoiqu'on soit conduit à reconnaître qu'il a lieu.

Il faudrait donc admettre aussi par suite, dans l'hypothèse de M. de Roys, que la solidification qui s'opérera, par exemple, à une certaine époque à 1,500°, devra s'opérer plus tard et successivement à 1,600, à 1,700, à 2,000, à 3,000°, etc. Dira-t-on que le degré de solidification est ainsi variable dans les mêmes substances? ou fera-t-on disparaître subitement l'excès de température au-dessus du point de solidification sans rayonnement et sans passage du calorique de l'état libre à l'état latent? en un mot, supposera-t-on une destruction et non une perte de température? Mais ce sont deux solutions contraires aux lois *connues* de la physique. Supposera-t-on, pour tourner la difficulté, que dans la masse liquide les corps sont placés dans l'ordre de plus grande infusibilité en allant de la surface au centre? Mais c'est une supposition tout-à-fait contraire à l'expérience des faits géologiques. Sans doute, on peut bien admettre que dans l'intérieur du globe les matières liquides sont placées dans l'ordre de leur plus grande densité, et cette supposition est même extrêmement probable; mais l'ordre de plus grande densité n'est pas celui de plus grande infusibilité. Le quarz et les roches terreuses, qui sont au nombre des substances les plus réfractaires que nous connaissions, forment la plus grande partie de l'écorce du globe. Ils se sont donc solidifiés des premiers, parce que leur moins grande densité les a fait surnager, qu'ils se sont refroidis par suite plus vite et plus tôt, et non parce qu'ils étaient moins réfractaires. Les métaux, cuivre, plomb, étain, etc., qui, quoique plus fusibles, ont au contraire une densité plus grande, ne se sont solidifiés que postérieurement, puisque nous les trouvons en filons dans ces mêmes roches. La supposition, ainsi que je le disais tout-à-l'heure, serait donc tout-à-fait contraire aux faits observés.

M. de Roys s'appuie d'observations faites par les ouvriers dans des usines et manufactures, et dont il résulterait que dès le moment qu'une masse liquide a commencé à se solidifier, elle ne change plus de température jusqu'à entière solidification. La ma-

nière dont ces faits ont été constatés aurait bien mérité d'être indiquée, pour donner quelque force aux grandes conséquences qu'il en a déduites. Les métaux en fusion doivent être fort bons conducteurs de la chaleur; en sorte que dans les dimensions assez restreintes des masses métalliques sur lesquelles les observations ont pu être faites, la différence de température des diverses parties d'une de ces mêmes masses devait être très peu considérable quand une des parties du liquide a pu commencer à se solidifier. L'imperfection des instruments qui servent à mesurer les divers degrés des hautes températures dans les établissements industriels les rend tout-à-fait insuffisants pour apprécier ces faibles différences. Il est donc vraiment impossible de tirer de pareilles conséquences de semblables observations, et de fonder sur elles une nouvelle théorie.

Il y a de plus un fait pratique indépendant de toute mesure délicate de température, qui prouve que l'intérieur d'une sphère qui passe de l'état liquide à l'état solide, diminue plus rapidement de volume que la superficie déjà solidifiée; c'est le résultat qui nous a été rapporté par M. Leblanc, d'une expérience faite en sa présence : huit cents balles de plomb, prises au hasard et coupées, ont présenté toutes une chambre excentrique. Les plus simples réflexions sur les lois de la pesanteur permettent de reconnaître que cette chambre a dû se former du côté opposé à la direction de la gravité au moment de la solidification; elles peuvent même conduire à en assigner la forme, qui devait être à peu près lenticulaire, ou, attendu sa petitesse, globuleuse avec un léger aplatissement à ses pôles, dont l'axe devait se trouver dans la direction de la pesanteur au moment de la solidification. Mais, pour le globe terrestre, la direction de la gravité est vers le centre même de la terre. La chambre doit donc tendre à s'y former également dans toutes les directions; elle doit être, non pas excentrique, mais concentrique. Quand l'écorce du globe aura atteint une épaisseur suffisante pour ne plus s'écrouler et suivre ainsi la contraction plus grande du liquide intérieur, il est possible qu'alors il se forme une chambre concentrique complète, dans laquelle se formera une nouvelle sphère solide. Un phénomène semblable pourra se reproduire dans cette nouvelle sphère, une ou plusieurs fois jusqu'à la solidification totale, qui pourra peut-être produire au sein de cette dernière sphère solide une petite chambre centrale. On aura une idée du résultat dans ces ouvrages de patience faits par d'habiles ouvriers qui taillent dans le bois ou l'ivoire une série de sphères concentriques jouant les

unes dans les autres. On aura là quelque chose d'assez analogue à l'anneau ou aux anneaux de Saturne. Mais il serait assez futile, pour la géologie actuelle, de m'étendre plus long-temps sur l'avenir réservé à l'intérieur du globe; mon but, seulement, était de faire sentir le peu de fondement de la nouvelle théorie de M. le marquis de Roys, malgré la manière ingénieuse dont il en a déduit une partie des faits observés. Il admet d'ailleurs la formation de cavités dans l'intérieur du globe, mais pour l'avenir seulement, non pour le passé, parce que la température, ayant continué à décroître à la surface du globe pendant la période tertiaire, reste stationnaire aujourd'hui, selon lui, à cette même surface, et que par suite l'écorce n'est plus susceptible de se contracter par refroidissement. Cette opinion, qui distingue un passé assez prochain, géologiquement parlant, de l'avenir, me paraît reposer sur une erreur. Elle consiste à considérer le refroidissement superficiel du globe comme terminé, tandis qu'il est seulement plus faible encore. Les lois de la marche du refroidissement sont les mêmes aujourd'hui qu'à l'époque tertiaire; seulement il est plus avancé. Du reste, quelques uns des effets indiqués comme suite d'une contraction plus rapide de l'écorce très superficielle du globe ont pu se produire dans les premiers temps du refroidissement de la terre, alors que ce refroidissement, ou, pour mieux dire, la marche de ce refroidissement, n'était pas arrivé à son état final, parce qu'il est possible qu'alors il ait marché bien plus rapidement à la surface qu'à l'intérieur. Mais cet état final de la marche du refroidissement est atteint déjà depuis longtemps, ainsi que nous pouvons le déduire de l'épaisseur actuelle de l'écorce du globe.

M. de Roys répond à ces observations :

Je n'ai point affirmé que la masse liquide de l'intérieur du globe offrît la même température dans toute son étendue. Il est possible qu'il y ait accroissement de température de la surface au centre ; mais comme, dans les liquides, la transmission du calorique, qui s'opère par déplacement des molécules, se fait rapidement, il est certain que cette variation, si toutefois elle existe, est très faible. On ne peut en conclure que les progrès de la solification exigent l'abaissement de température de toute la masse liquide, car très probablement le corps qui, à une profondeur de 10 myriamètres, et par conséquent à une pression d'environ 25,000 atmosphères, se solidifie à 1,500°, se solidifiera à 1,600 sous

une pression de 100,000 atmosphères à moins de 40 myriamètres de profondeur. Je ne pense pas que l'on puisse tirer grand parti de la différence de fusibilité des substances qui composent le globe, puisque l'on trouve réunis dans les mêmes roches des corps de fusibilité extrêmement diverse, tels que le quarz et le feldspath, et la régularité des cristaux de feldspath prouve que la solidification a dû être simultanée. On ne peut admettre que, dans les granites, le quarz se soit solidifié avant le feldspath, après les éruptions de roches quarzeuses, à l'état très liquide, constatées par M. Rozet (1).

Je regarde comme très probable. sans cependant l'affirmer positivement, que le refroidissement superficiel de la terre est arrivé très près de sa limite. Les éruptions volcaniques qui continuent encore quoique très réduites, prouvent que cette limite n'est pas complétement atteinte. Ces éruptions démontrent qu'il y a pression de l'enveloppe solide du globe sur le liquide intérieur. Il ne me paraît donc pas possible que des vides intérieurs puissent encore se former. Les mouvements du sol sur plusieurs points me confirment dans cette opinion.

Le fait des chambres existantes dans les balles de plomb, les canons fondus, etc., ne prouve rien contre ma théorie, puisqu'elles n'ont pu être observées qu'après le refroidissement total, et que j'avais d'avance reconnu que cela devait être ainsi. Au surplus M. Angelot avoue que les faits ont pu se passer comme je l'ai indiqué, lorsque le refroidissement n'avait point encore atteint son *état final*. Il reste à savoir où il faut placer cet *état final*, et prouver que, lorsque le refroidissement superficiel de la terre n'est point terminé et que les causes qui enlèvent le calorique à la terre sont toutes superficielles, le calorique de l'intérieur de la terre se perd plus rapidement que celui de son enveloppe solide en passant à travers cette enveloppe dont le pouvoir conducteur est si faible. Cette conséquence me paraît évidemment erronée. Quant à l'épaisseur de cette enveloppe, elle atteint au plus la soixante-quatrième partie du rayon terrestre. Il me semble que cette épaisseur est encore bien faible pour que l'on puisse conclure que l'état final du refroidissement est atteint depuis long-temps. Je crois donc pouvoir persister dans mon opinion, malgré les observations de M. Angelot.

Un fait bien connu de toutes les personnes qui ont observé les volcans en éruption me paraît venir à l'appui de cette opinion.

---

(1) *Mémoires de la Société*, tome IV, page 145.

Dans les coulées dont le cours s'étend sur des terrains disposés de manière que la croûte formée par le refroidissement puisse se contracter assez librement, celle-ci comprime la partie qui reste encore liquide à l'intérieur, et il s'opère dans cette écorce des déchirements à travers lesquels le liquide se fait jour avec des phénomènes tout-à-fait semblables, en petit, à ceux des éruptions, et qui sont évidemment produits par la pression de l'enveloppe.

Je ne prétends point que cette théorie soit à l'abri de toute difficulté; seulement elle me semble plus générale et plus naturelle que celle qui est préférée par M. Angelot. Dans le cas où de nouvelles objections me convaincraient d'erreur, je l'abandonnerais sans peine : jusque là je crois devoir y persister; mais j'éviterai d'en occuper dorénavant la Société.

MM. Rozet et Leblanc admettent la probabilité d'une partie de l'hypothèse de M. de Roys, en rappelant les vides ou *chambres* qui se forment constamment à l'intérieur des pièces coulées pendant le refroidissement de la matière. M. Rozet cite en outre l'opinion déjà émise par M. de Laplace, que la densité des couches de la terre croît de la circonférence vers le centre.

M. Dufrénoy signale à ce sujet le résultat des calculs que M. Élie de Beaumont donne actuellement dans ses cours, relativement aux densités des couches concentriques du sphéroïde terrestre. D'après les expériences de M. le professeur Reich, de Freiberg, la densité moyenne du sphéroïde terrestre est de 5,44, celle de l'eau étant 1, et on sait que la densité moyenne des roches dont la surface de la terre se compose est d'environ 2,75. De là il résulte que la densité moyenne des matières situées vers le centre doit dépasser de beaucoup 5,44. Si on suppose, par exemple, que le globe se compose de trois couches concentriques, d'épaisseurs égales, dont les densités soient en progression arithmétique, et dont la plus extérieure ait une densité de 2,75, on trouve que la densité de la couche moyenne doit être de 10,82, et celle de la couche intérieure qui occupe le centre, de 18,89. Ces deux dernières densités sont presque égales à celle de l'argent, qui est de 10,47, et à celle de l'or, qui est de 19,26. Si on faisait le même calcul en imaginant un plus grand

nombre de couches, on trouverait pour celle du centre une densité encore plus forte. On ne doit pas perdre de vue que ces densités se rapportent aux densités effectives que présentent les matières qui composent le globe terrestre, eu égard à leurs températures et aux pressions auxquelles elles sont soumises, et que ces résultats numériques ne peuvent rien apprendre sur la nature chimique des matières qui remplissent l'intérieur du globe. M. de Laplace a fait voir que si la terre était formée d'eau, et que cette eau eût, à toutes les pressions, la compressibilité trouvée par Smeaton, sa densité moyenne serait égale à 9.

Considérations générales sur le grand système des Pampas; par M. Alcide d'Orbigny.

Ce mémoire, résumé de mes observations géologiques sur la partie orientale de l'extrémité méridionale de l'Amérique du Sud, ne contient que les résultats principaux auxquels je suis arrivé.

Dans un premier paragraphe, je fais connaître la *circonscription* du bassin, ses limites et sa superficie. Ce dépôt tertiaire paraît s'étendre de la province de Chiquitos (17° lat. S.) au détroit de Magellan, étant borné à l'O. par les contre-forts des Andes, à l'E. par les collines primitives du Brésil. Ainsi circonscrit, le bassin tertiaire des Pampas s'étendrait en longueur sur 35° ou 875 lieues, et en largeur 12° au plus, surface trois fois plus grande que la France, ou égale en étendue à la France, l'Espagne, le Portugal et l'Angleterre réunis.

Le second chapitre comprend la *composition*. Je divise le terrain en trois séries de couches : la plus inférieure, que j'appelle *tertiaire guaranien*, comprend une série de grès et d'argile sans fossiles; la seconde, que je désigne sous le nom de *tertiaire patagonien*, renferme des couches marines contenant des coquilles fossiles d'espèces perdues, et quelques débris d'ossements et de végétaux; la troisième est l'*argile pampéenne*, qui forme à elle seule les Pampas proprement dites : elle n'est pas stratifiée et ne recèle que des restes de mammifères.

Le troisième chapitre est consacré aux résultats généraux. Je passe d'abord en revue toutes les époques géologiques qui ont précédé le dépôt des Pampas, et je crois reconnaître, par l'examen de leur composition, que les couches tertiaires marines n'ont souf-

fert de dérangements que postérieurement à leur entière formation. J'arrive aux argiles pampéennes, et je trouve que tous ces faits concourent à prouver qu'il y a coïncidence parfaite entre 1° l'époque à laquelle les Cordillères ont pris leur relief; 2° la destruction complète sur le sol américain des grandes races d'animaux qui ont peuplé ce continent avant la création actuelle; et 3° le grand dépôt argileux à ossements des Pampas. Ainsi ces trois grandes questions, qui sont d'une importance immense pour la géologie américaine et pour l'histoire chronologique des faunes, pourraient se réduire et se rattacher à une seule et même cause, l'une des époques de soulèvement des Cordillères, cause à laquelle on pourrait peut-être attribuer plusieurs des grands phénomènes observés dans notre Europe.

Mon résumé général sur le bassin tértiaire des Pampas se réduit aux faits suivants :

1° Avant les premiers dépôts tertiaires, il n'y avait pas de bassin régulier dans les Pampas. Les premières couches ont donc dû venir niveler l'ensemble.

2° Une seconde époque purement marine s'est déposée ensuite lentement : alors la mer tertiaire était bornée par des continents dont les cours d'eau apportaient des débris terrestres dans les eaux salées, qui nourrissaient des espèces marines éteintes aujourd'hui.

3° Une troisième époque, qui serait due au soulèvement des Cordillères, aurait amené la destruction de la faune terrestre, et le grand dépôt des argiles des Pampas.

4° Après l'extinction des grandes races d'animaux, le sol n'aurait changé que partiellement de forme, et aurait été recouvert, seulement par endroits, de dépôts appartenant à l'époque actuelle.

Après cette communication, M. Dufrénoy demande à quelle époque M. d'Orbigny croit pouvoir rapporter les terrains tertiaires dont il vient de parler; car il serait intéressant, continue-t-il, d'y reconnaître un parallélisme analogue à celui qui paraît exister entre les couches crayeuses du midi de la France, et la craie de l'Amérique méridionale dont M. d'Orbigny lui a présenté des échantillons. Mais M. d'Orbigny ne croit pas devoir se prononcer à cet égard; seulement les débris de corps organisés qu'il a recueillis dans ces dépôts, d'ailleurs très puissants, proviennent d'animaux antérieurs à la période accuelle.

M. Leblanc fait remarquer que les argiles produites par des dépôts alluviens sont ordinairement jaunes ou rougeâtres, tandis que celles des terrains plus anciens sont constamment blanchâtres, grises, gris-bleuâtre ou noirâtres, ce qui peut tenir à un état différent d'oxidation du fer qui les colore, ou même à la présence d'autres substances, mais ce qui peut aussi servir dans beaucoup de cas à les distinguer les unes des autres.

M. Melleville demande ensuite si M. d'Orbigny a trouvé des fossiles d'origine marine dans les vastes dépôts tertiaires de l'Amérique du Sud; et, sur la réponse négative de ce dernier, il ajoute, relativement aux argiles diluviennes, qu'elles sont en effet d'une couleur rouge ou jaunâtre, comme l'a dit M. Leblanc, et qu'on les retrouve avec ces mêmes caractères sur de très grandes étendues de pays, sauf quelques rares exceptions dues à des causes locales assez limitées.

M. Rozet communique les observations suivantes relatives aux *variations du pendule*.

Il démontre, par le calcul, que les variations de densité dans les couches qui composent la surface de la terre sont loin d'avoir sur la marche du pendule l'influence qu'un grand nombre de physiciens leur attribuent : un prisme rectangulaire de basalte d'un kilomètre carré de base et 500 mètres d'épaisseur, ne produirait sur la marche du pendule placé près de lui, qu'une variation de $0^m,9$ d'oscillation en un jour moyen solaire; et comme cette épaisseur est beaucoup plus considérable que celle des plus grandes masses basaltiques connues, il en résulte que l'influence de cette roche, la plus dense de toutes, et à plus forte raison celle des autres, est réellement insensible.

Un premier aperçu des observations du pendule faites sur la surface de notre planète a montré à M. Rozet, qu'en suivant les chaînes de montagnes et leur direction, jusqu'à une certaine distance seulement, la marche du pendule, convenablement corrigée, était sensiblement retardée, tandis qu'elle était sensiblement accélérée, au contraire, dans les intervalles qui séparent les chaînes les unes des autres, et

dans les bassins des mers, qui sont de grandes régions déprimées de la surface terrestre.

Par exemple, sur le parallèle au 45e degré, où les observations ont été faites par M. Biot, on a pour la longueur du pendule à secondes :

	mm.
à Bordeaux.....	993,4653 (1)
à Figeac.....	993,4878
à Clermont-Ferrand.....	993,5218
à Milan.....	993,5114
à Padoue.....	993,5762
à Fiume.....	993,5595

Bordeaux, où le pendule est le plus court, se trouve sur le prolongement de la chaîne principale des Alpes; Clermont, où sa longueur est sensiblement augmentée, est dans l'angle que forme cette direction avec celle des montagnes de l'Auvergne; quant à Milan, Padoue et Fiume, où le pendule est toujours très long, ils sont placés entre la chaîne des grandes Alpes et celle des Apennins. Mais Figeac, où le pendule est un peu moins court qu'à Bordeaux, se trouve exactement sur le prolongement de la ligne qui passe par le Puy-de-Dôme, le centre du Mont-Dore et celui du Cantal; enfin, depuis long-temps les observateurs ont reconnu que le maximum de la longueur du pendule a lieu dans les îles fort éloignées des continents, et que cette longueur diminue à mesure que l'on approche de la terre ferme.

Les anomalies observées jusqu'à présent dans la marche du pendule, paraissent donc tenir à la position des points de station par rapport à la direction des chaînes de montagnes, ou grandes lignes de dislocation de la surface terrestre. M. Rozet termine en annonçant qu'il s'occupe de discuter l'ensemble des observations du pendule que nous possédons, pour savoir s'il en est effectivement ainsi.

---

(1) Toutes ces longueurs sont réduites à 45° de latitude.

Séance du 4 avril 1842.

PRÉSIDENCE DE M. CORDIER.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

M. le Président proclame membre de la Société :

M. le baron Emmanuel DE LAS-CASES, député, présenté par MM. Triger et Viquesnel.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part du ministre de l'Instruction publique, le tome VII des *Galeries historiques du palais de Versailles.*

De la part de l'École des mines de Freiberg, la XVIIIe feuille de la *Carte géologique de la Saxe* avec une note explicative.

De la part de M. Phorphyre Jacquemont, les livraisons 38 et 39 du *Voyage dans l'Inde par Victor Jacquemont*, etc.

De la part de M. A. d'Orbigny, les livraisons 39 et 40 de sa *Paléontologie française.*

De la part de M. Ch. d'Orbigny, la 21e livraison, tome II, du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dont il dirige la publication.

De la part de M. G. Schultz, son ouvrage intitulé : *Estadistica de la mineria de Asturias y Galicia;* in-8°, 16 pages. Madrid, 1841.

De la part de M. Eugène Sismonda, 1° son *Appendice à la monographie des Échinides fossiles du Piémont*, in-4°, 12 pages, 1841. (Extrait des *Mémoires de l'Académie royale des sciences de Turin*, 2e série, tome IV.)

2° Ses *Observations sur une note du professeur A. Catullo, relative aux Échinides fossiles de la craie et du terrain tertiaire de la province Venète;* in-8°, 8 pages. (Extrait du journal l'*Eridano*, février, 1842.)

3° Son ouvrage intitulé : *Synopsis methodica animalium*

invertebratorum pedemondii fossilium; in-8°, 44 pages. Turin, 1842.

De la part de M. Leonardo Porta, son ouvrage intitulé : *Soluzione*, etc. (Solution du problème très important en géologie du flux et du reflux de la mer); in-8°, 56 pages. Naples, 1839.

De la part de M. Ch. Jackson, son *Premier rapport annuel sur l'état de la géologie à New-Hampshire;* in-8°, 164 pages. Boston, 1841.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, 1842, 1er semestre, tome XIV, nos 12 et 13.

Précis analytique des travaux de l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Rouen pendant l'année 1841 ; in-8°, 426 pages. Rouen, 1842.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire, nos 1 et 2, 13e année. In-8°, 108 pag. Angers, 1842.

Correspondenzblatt, etc. (Feuilles de correspondance de la Société royale des sciences de Würtemberg), année 1841, 3e cahier.

L'Institut, nos 430 et 431.

L'Écho du Monde savant, nos 715-718.

The Athenæum, nos 752, 753.

The Mining Journal, nos 344, 345.

M. d'Archiac offre ensuite à la Société les planches d'un mémoire qu'il a fait en commun avec M. de Verneuil, et qui doit paraître très prochainement dans le tome VI des *Transactions de la Société géologique de Londres*. Ce mémoire a pour titre : *On the fossils*, etc. (Sur les fossiles des terrains anciens des bords du Rhin, précédé d'un Coup d'œil général sur la faune des roches palæozoïques, et suivi du Tableau des corps organisés du système devonien en Europe).

En s'occupant de l'objet principal de leur travail qui était la description des fossiles des terrains anciens des bords du Rhin, dont MM. Sedgwick et Murchison avaient classé les

couches avec autant de sagacité que de précision (1), MM. d'Archiac et de Verneuil ont été naturellement conduits à étudier sous le même point de vue les fossiles de ces terrains, c'est-à-dire à les comparer avec ceux des divers pays où ils avaient déjà été signalés. Le résultat de cette étude comparative a été de pouvoir poser, dès à présent, les bases d'une monographie générale de la faune des terrains anciens. Entourés de tous ces documents écrits, jusqu'alors épars dans un grand nombre d'ouvrages, et par ce a même difficilement appréciables, aidés, en outre, par les matériaux que l'un d'eux avait recueillis dans ses différents voyages, ils ont pensé qu'il était temps de faire une halte, de jeter un coup d'œil en arrière pour constater le chemin que la science avait fait dans ces dix dernières années, et d'exposer rapidement son état actuel avant de se remettre de nouveau en marche.

Après avoir soumis tous ces éléments à une première analyse et tenu compte des doubles emplois qu'ils ont reconnus, tant parmi les genres que parmi les espèces, MM. d'Archiac et de Verneuil ont dressé un tableau résumé où le nombre des genres et celui des espèces qui est actuellement de plus de 2,700, depuis la classe des poissons jusqu'à celle des infusoires, se trouvent répartis dans chacun des trois systèmes silurien, devonien et carbonifère. Le nombre des espèces communes à plusieurs de ces systèmes combinés deux à deux, et enfin celui des espèces qui se présentent à la fois dans les trois systèmes, y sont également indiqués.

Prenant ensuite chaque classe et chaque ordre en particulier, ils en examinent successivement les genres les plus importants. Dans ces derniers, ils considèrent d'abord la répartition des espèces dans le sens vertical pour chacun des trois systèmes ou selon l'ancienneté des couches, et ensuite dans le sens horizontal ou géographique sur toute la surface du globe; suivant ainsi le développement et les modifications de l'organisme animal, depuis les premières traces

(1) On the distribution and classification of the older or palæozoics deposits of the north of Germany and Belgium. *Trans. of the Geol. Soc. of London*, t. VI, 2e partie.

reconnues dans les sédiments les plus anciens jusqu'à la fin de la période houillère (1).

MM. d'Archiac et de Verneuil résument de la manière suivante cette première partie de leur Mémoire.

« Les détails que nous venons de donner sur l'animalisation » des mers anciennes, durant un laps de temps sans doute beau- » coup plus considérable que celui pendant lequel se sont formés » tous les dépôts secondaires, font voir qu'il n'y a point eu de » changements brusques ni complets dans l'organisation des » animaux qui peuplaient ces mers, et que les trois systèmes pa- » læozoïques se relient entre eux zoologiquement par un petit » nombre d'espèces communes. Cependant les modifications ont » été telles que, non seulement la plupart des espèces, mais en- » core les genres ont successivement cessé de vivre, pour être rem- » placés par d'autres qui ont disparu à leur tour, tandis que quel- » ques uns, persistant à se montrer dans toutes les périodes, vi- » vent encore dans nos mers, comme pour nous permettre de » comparer avec plus d'exactitude, les produits les plus extrêmes » de la création.

» Or, si des espèces ont pu résister à tous les changements qui » ont modifié les circonstances extérieures durant les trois périodes » anciennes, on est conduit à penser qu'il a pu en être de même » pendant la formation des couches secondaires bien moins puis- » santes, et l'on admettra difficilement que les soulèvements qui, » pendant le dépôt de ces dernières, ont changé le relief du sol de » certaines contrées, aient pu occasionner en même temps la des- » truction complète des animaux qui vivaient alors dans les mers » les plus éloignées du théâtre de ces bouleversements.

» On a dit que, dans les terrains anciens, l'organisation était » plus uniforme que dans les dépôts plus récents; mais c'est là » une assertion qui nous semble établie sur une connaissance in- » complète de la faune palæozoïque, et qui tirait sa plus grande » force de ce que les terrains secondaire et tertiaire, plus faciles à » étudier, ont présenté des résultats numériques beaucoup plus

(1) Il eût été à désirer de pouvoir comprendre dans ce prodrome le *magnesian limestone* d'Angleterre, le *zechstein* de l'Allemagne, et le système *permien* de la Russie, dont les fossiles se rattachent évidemment à ceux des périodes antérieures; mais les documents à cet égard n'étaient pas encore assez complets pour être compris dans les chiffres établis par les auteurs du Mémoire.

» élevés que les autres et beaucoup plus tôt. Si l'on tient compte » des nombreuses circonstances qui s'opposeront long-temps, et » peut-être même toujours, à ce que l'organisme des périodes » anciennes soit aussi bien connu que celui des plus récentes, on » verra que les espèces étaient déjà très variées, et en grande » quantité dans les mers siluriennes, devoniennes et carbonifères, » et que l'uniformité prétendue de leur distribution n'est pas telle » qu'on l'avait pensé d'abord.

» Nous avons, en outre, cité beaucoup de genres qui n'ont » vécu qu'à certaines époques, et sur des espaces très circonscrits, » constituant ainsi des faunes locales, comparables à ce qu'on ob- » serve dans les dépôts les plus récents, ce qui n'empêchait pas » d'autres genres, ou d'autres espèces, qui vivaient dans ces » mêmes localités, de se montrer en même temps sur les points » les plus éloignés de la terre, et sous les latitudes les plus diffé- » rentes.

» Certaines divisions, telles que les Gastéropodes, les Mono- » myaires, les Dimyaires et les Annélides, ont eu comparative- » ment peu de représentants dans les mers anciennes; d'autres, » telles que les Polypiers et les Céphalopodes polythalames, s'y » trouvent en aussi grande quantité que dans les périodes sui- » vantes, et quelques unes enfin, telles que les Brachiopodes et » les Crinoïdes, y présentent des types infiniment plus variés.

» Si l'on considère le développement de l'organisme palæozoïque » dans le sens de l'épaisseur des couches ou *dans le temps*, on voit: » 1° *que le nombre total des espèces tend à s'accroître de bas en haut;* » 2° *que la progression est très différente dans chaque ordre ou dans* » *chaque famille, et que souvent même cette progression est inverse,* » *soit dans les divers ordres d'une même classe, soit dans les divers* » *genres d'un même ordre.* Si, au contraire, on considère ce » même développement dans le sens horizontal, géographique, » ou *dans l'espace*, on reconnaît: 1° *que les espèces qui se trou-* » *vent à la fois sur un grand nombre de points, et dans des pays très* » *éloignés les uns des autres, sont presque toujours celles qui ont* » *vécu pendant la formation de plusieurs systèmes successifs;* 2° *que* » *les espèces qui appartiennent à un seul système s'observent rare-* » *ment à de grandes distances, et qu'elles constituent alors des* » *faunes particulières à certaines contrées, d'où il résulte que les* » *espèces réellement caractéristiques d'un système de couches, sont* » *d'autant moins nombreuses qu'on étudie ce système sur une plus* » *vaste échelle.* »

La seconde partie du Mémoire de MM. d'Archiac et de Verneuil comprend la description des espèces, dont les suivantes ont été figurées :

Goniatites Buchii, nob.
— *id.*, var. *a.*
— *cancellatus*, id.
— *costulatus*, id.
— *costatus*, id.
— *Hæninghausi*, de Buch.
— *incertus*, nob.
— *latestriatus*, id.
— *Nœggerathii*, de B.
— *paucistriatus*, nob.
— *retrorsus*, de B.
— *id.* var. *a.*
— *id.*, var. *b.*
— *tenuistriatus*, nob.
— *tuberculosus*, id.
Orthoceratites anguliferus, id.
— *Dannenbergii*, id.
— *gracilis*, Blumenbach.
— *nodulosus*, Schlotheim.
— *regularis*, id., var.
— *striolaris*, H. V. Meyer.
— *subfusiformis*, de Munster.
— *subpyriformis*, id.
— *triangularis*, nob.
— *Wissembachi*, id.
Siphon ? d'*Orthoceratites.*
Cyrthoceratites depressus Goldfuss.
— *Eifelensis*, nob.
— *lamellosus*, id.
— *lineatus*, Gold.
— *ornatus*, id.
— *tetragonus*, nob.
Phragmoceratites subventricosus, id.
Aptychus vetustus, id.
Bellerophon elegans, d'Orbigny.
— *Murchisoni*, id.
— *id.*, var., nob.
— *striatus*, de Férussac.
— *tuberculatus*, d'Orb.
Conularia Brongniarti, nob.
— *Gervillei*, id.
— *Gerolsteinensis*, id.
— *ornata*, id.
Buccinum arculatum, Schlot.
— *Schlotheimi*, nob.
Murchisonia angulata, Phillips.
— *id.*, var. *a*, nob.
— *bigranulosa*, id.
Murchisonia bigranulosa, var. *a*, nob.
— *id.*, var. *b*, id.
— *bilineata*, id.
— *binodosa*, id.
— *coronata*, id.
— *intermedia*, id,
— *id.*, var. *a*, id.
— *tricincta*, id.
Turbo squamiferus, id.
Monodonta purpurea, id.
Trochus Ivanii, Léveillé, var., nob.
Pleurotomaria Beaumonti, nob.
— *catenulata*, nob.
— *Defrancei*, id.
— *delphinuloïdes*, Gold.
— *id.*, var., nob.
— *elegans*, nob.
— *exaltata*, id.
— *limbata*, Phill., var. nob.
— *Lonsdalei*, nob.
— *Orbignyana*, nob.
— *id.*, var. *a.*
— *id.*, var. *b.*
Cirrus Leonhardi, id.
Euomphalus annulatus, Phill.
— *Goldfussi*, nob.
— *lævis*, id.
— *Labadyei*, id.
— *planorbis*, id.
— *Schnurii*, id.
— *serpula*, de Koninck.
— *trigonalis*, Gold.
Schizostoma Puzosii, nob.
— *radiata*, id.
Natica margaritifera, id.
— *subcostata*, id.
— *id.*, var., id.
Pileopsis cassideus, id.
Terebratula caïqua, id.
— *ferita*, de B.
— *id.*, var. *a*, nob.
— *id.*, var. *b*, id.
— *Stricklandi*, Sowerby.
— *Voltzii*, nob.
—
—
—
Strygocephalus dorsalis, Gold.

Atrypa robusta, Sow.
Spirifer aperturatus, Schlot., var. *cuspidata*, nob.
— *id.*, var. *echinulata*, nob.
— *cheiropteryx*, id.
— *macropterus*, Gold.
— *mediotextus*, nob.
— *speciosus*, Bronn.
Orthis actoniæ, Sow.
— *expansa*, id.
— *flabellulum*, id.
— *lepis*, nob.
— *minuta*, Gold.
— *Murchisoni*, id.
— *pecten*, Dalman.
— *Sedgwicki*, nob.
— *subarchnoïdea*, id.
—
Leptæna explanata, Sow.
— *profunda*, id,
— *radialis*, id.
Leptæna sericea, Sow.
Pecten Hasbachii, nob.
Avicula Goldfussi, id.
Pterinea costata, Gold.
—
Megalodon concentricus, nob.
Trigonia? sulcata? Gold.
Arca Michelini, nob.
Cypricardia elongata, id.
Cardium aliforme, Sow., var., Gold.
— *Lyellii*, nob.
— *pectunculoïdes*, id.
— *Vilmarense*, id.
— *id.*, var. *a*, id.
Lucina Dufrenoyi, id.
— *proavia*, Gold.
Pholadomya Munsteri, id.
Solen Lustheidi, id.
— *pelagicus*, Gold.
Ctenocrinus typus, Bronn.

Enfin, la troisième partie du Mémoire présente le tableau général des fossiles du système devonien en Europe, et les espèces des couches siluriennes et carbonifères des bords du Rhin, comprises dans le travail de MM. Sedgwick et Murchison. Ce tableau renferme 1174 espèces, à chacune desquelles les auteurs ont ajouté : 1° une synonymie succincte et concise, mais suffisante pour éviter toute incertitude; 2° sa répartition dans un ou plusieurs systèmes; 3° la citation de toutes les localités où elle a été mentionnée jusqu'à présent d'une manière authentique et précise, d'abord en Europe, et ensuite dans les diverses autres parties du globe.

Le Secrétaire lit l'extrait suivant d'une lettre adressée par M. Antoine Catullo à M. Michelin.

J'ai dit dans ma *Zoologie fossile* (page 233) que les piquants d'*Echinides* que nous trouvons dans les montagnes ne peuvent servir à faire distinguer à quelles espèces ils ont appartenu, car ils ne se trouvent jamais adhérents au têt, et ils ne peuvent offrir ces caractères sûrs et constants que le zoologiste sait reconnaître dans un simple fragment de tout autre corps organisé fossile. Ce jugement est confirmé par les observations que chacun peut répéter sur les piquants des *Echinides* qui vivent actuellement dans la mer, observations qui mèneront à faire connaître

que les piquants d'une même espèce peuvent être différents entre eux par la forme et la grandeur (*Echinus mammillatus*, Lam.), tandis que des piquants parfaitement semblables entre eux peuvent appartenir à des espèces et même à des genres différents (*Annales des sciences naturelles de Bologne*, t. VI, 1841). Ces anomalies ne sont certainement pas connues de ceux qui nous recommandent d'accorder aux piquants fossiles la même valeur dans la détermination des espèces qu'on accorde aux feuilles fossiles quoique séparées de la tige, car on chercherait en vain dans les premiers cette constance des caractères spécifiques que nous observons toujours dans les secondes.

Je soumets à la Société géologique de France ce qui, dans l'ouvrage cité, m'a semblé pouvoir être conclu par rapport aux piquants fossiles, espérant qu'elle voudra bien me remettre sur la voie de la vérité dans le cas où je m'en serais écarté.

M. de Collégno communique la note suivante.

Note sur les terrains de la Toscane.

Dans un mémoire inséré dans le 2e volume des actes de la Société géologique, j'avais cherché à établir que la colline de Superga en Piémont se compose de couches appartenant à trois formations géologiques distinctes, savoir, à la formation crétacée supérieure, à l'étage tertiaire moyen (Miocène) et à l'étage tertiaire supérieur (Pliocène). Les résultats auxquels j'étais arrivé ont été attaqués par divers géologues (1). J'ai dû par suite chercher de nouvelles preuves à l'appui de ce que j'avais énoncé en 1836; j'ai visité de nouveau les localités que j'avais décrites dans mon mémoire, et je me suis confirmé de plus en plus dans ma manière de voir. Plus tard j'ai étendu mes observations à des localités que je n'avais point visitées précédemment, et l'étude des terrains tertiaires de la Toscane est venue m'offrir de nouveaux arguments à l'appui de la division que j'avais admise en Piémont.

Les terrains tertiaires de la Toscane reposent généralement sur une roche arénacée qui est bien connue des géologues sous le nom de *Macigno*, introduit dans la science par M. Al. Brongniart.

Ce n'est que fort rarement que l'on voit paraître au-dessous du

(1) *Annales de géologie, minéralogie et paléontologie de MM. de Léonhard et Bronn*, année 1838, p. 448. — *Lethæa geognostica de M. le professeur Bronn*, tome II, p. 780. — *Actes du Congrès italien de* 1840, p, 141.

Macigno des terrains plus anciens, qui ont été décrits par M. le professeur Paul Savi sous le nom populaire de *Verrucano*. La colline de *la Verruca*, qui fait partie des montagnes de Pise, est en effet composée en entier de couches inférieures au *Macigno ;* ce sont des grès et des poudingues siliceux dont les assises sont séparées par des lits de marnes plus ou moins schisteuses ; la couleur de ces marnes varie du blanchâtre au rouge brunâtre. Lorsque l'on monte depuis la Chartreuse de Pise vers l'ancien château-fort de la *Verruca*, on a à sa droite une arête de rochers dont la nature m'a rappelé complétement les poudingues de Valorsine que j'avais visités depuis peu. L'analogie des deux roches est telle que, dans une collection, on ne saurait distinguer les échantillons de ces deux localités. En citant cette ressemblance de caractères minéralogiques, je ne prétends point lui donner plus de valeur qu'elle n'en peut avoir, lorsqu'il s'agit de roches prises sur des points aussi éloignés. J'ajouterai cependant que M. Studer pense que le *Verrucano* correspond « aux grès et poudingues que l'on » trouve presque partout en Dauphiné, en Savoie, en Suisse, à la » base du calcaire alpin liasique » (1). M. Sismonda, d'un autre côté, croit devoir rapporter le *Verrucano* au terrain à anthracite qui représente dans les Alpes du Piémont l'argile d'Oxford (2).

Le *Verrucano* des montagnes de Pise est recouvert par un calcaire qui contient un assez grand nombre de coquilles fort altérées, et qui paraît correspondre au calcaire de la *Spezia*, célèbre par les fossiles qu'y a découverts M. Guidoni. Je n'entrerai dans aucun détail sur ces couches inférieures au Macigno qui ont fait le sujet de plusieurs mémoires de M. Savi.

La formation du Macigno de la Toscane peut être considérée comme composée de deux parties distinctes : l'une, inférieure, consiste principalement en un calcaire compacte blanchâtre ou jaunâtre, souvent presque lithographique, dont les couches puissantes sont séparées par des lits minces d'argile ou de marne schisteuse ; la partie supérieure est composée surtout de la roche arénacée qui est exploitée dans le pays sous le nom de *Macigno*. Les assises en sont très épaisses en général ; mais elles deviennent quelquefois schistoïdes. Les divers degrés de solidité de la roche, la couleur, les dimensions des grains, distinguent les diverses variétés auxquelles on donne dans le pays les noms de *Pietra serena*, *Pietra bigia*, *Pietra forte*, etc. Ces variétés corres-

(1) *Bulletin de la Société géologique*, tome XII, p. 283.

(2) *Actes du Congrès scientifique italien de Pise*, p. 112.

pondent au Macigno solide, schistoïde, compacte, etc., de M. Brongniart. Les couches du Macigno sont séparées comme celles du calcaire inférieur par des lits de marne schisteuse.

Le passage du calcaire au Macigno se fait ordinairement par des alternances répétées de couches minces de ces deux roches, et je citerai, comme offrant un exemple bien caractérisé de ce passage, les hauteurs de *Mosciano* à 10 kilomètres au S.-O. de Florence.

Les fossiles sont assez rares dans la formation du Macigno. Le calcaire m'a offert à *Montecerboli*, tout à côté des lagonis où l'on exploite l'acide borique, quelques coquilles mal conservées qui m'ont paru cependant se rapporter au genre Spondyle. M. Savi cite des Ammonites dans le calcaire de *Montieri;* mais je ne suis pas sûr que le calcaire de cette localité appartienne réellement à la formation dont il s'agit ici. Ce n'est que vers sa partie supérieure, dans les couches qui alternent avec le véritable Macigno arénacé, que le calcaire présente des corps organisés assez abondants. On retrouve en effet en Toscane ces calcaires nummulitiques que l'on peut suivre dans la partie méridionale de l'Europe depuis les Pyrénées jusqu'à la Turquie. On exploite le calcaire à nummulites dans les carrières de *Mosciano* sous le nom de *granitello*. J'avais vu des échantillons de ce calcaire dans le musée de Pise, et avant d'avoir lu l'indication de la localité, j'avais cru qu'ils provenaient de *Gassino* en Piémont (1). J'ai visité plus tard les carrières de *Mosciano* avec la section de géologie du congrès des savants italiens réunis à Florence en 1841. La contemporanéité de formation du calcaire à nummulites et du Macigno y a été évidente pour nous tous : seulement MM. Pareto et Pasini ne croient point que le calcaire de *Mosciano* se trouve à la même hauteur géologique que celui de *Gassino*. Il est vrai qu'à *Gassino* le calcaire à nummulites est recouvert immédiatement par des mollasses tertiaires; mais il se pourrait que l'action qui a porté au jour le calcaire crétacé à travers les couches de mollasse eût refoulé latéralement des couches arénacées correspondantes au Macigno de la Toscane. En tout cas je crois qu'il est impossible de ne pas rapporter à une même formation deux roches qui sont minéralogiquement et paléontologiquement identiques; et puisque le Macigno de la Toscane est admis aujourd'hui comme faisant partie de la formation crétacée, on doit nécessairement admettre

(1) Voyez l'*Essai sur les collines de Superga;* Mémoires de la Société géologique, tome II.

aussi que le calcaire de Gassino est crétacé. C'est là un argument à ajouter à tout ce que j'ai dit sur le même sujet dans mon *Essai sur les collines de Superga* (1).

Les couches arénacées supérieures au calcaire à nummulites, ou les véritables Macignos, ne m'ont jamais offert de restes d'animaux fossiles; en revanche les débris végétaux y sont fort abondants. Les environs des bains de Lucques m'ont présenté à chaque pas, dans les couches disloquées d'un Macigno très solide, des parties noires charbonneuses dans quelques unes desquelles on reconnaît des fragments de tiges ou de feuilles. Les carrières que l'on commence à exploiter aujourd'hui au pied des montagnes de Pise, entre les bains de *San Giuliano* et *Orignano*, m'ont présenté les mêmes parties noires disséminées dans la même roche. Mais les empreintes végétales sont surtout abondantes dans les marnes schisteuses interposées entre les couches du Macigno. Ce sont des fucoïdes (Chondrites Stern.) de diverses espèces dont aucune n'a été trouvée jusqu'ici hors de la formation crétacée (*Fucoides intricatus*, *Targionii*, etc.) : aussi disais-je il y a un instant que l'on rapporte généralement aujourd'hui le Macigno de la Toscane à la grande formation crétacée de l'Europe méridionale.

Je viens d'indiquer les caractères de la formation du Macigno tels qu'on peut les reconnaître aux environs de Florence. Les couches qui forment la pente S.-O. de la chaîne des Apennins ne paraissent pas avoir subi de modification importante lors du soulèvement qui les a redressées uniformément dans une direction moyenne E. 18° S., O. 18° N.; ce n'est qu'au contact et à l'approche des masses serpentineuses de *Prato* de l'*Impruneta* que les caractères minéralogiques du Macigno sont plus ou moins altérés dans la Toscane centrale. Mais, dans la vallée de *Serravezza*, dans celle de *Tivizzano*, dans presque toute la *Maremma*, on trou-

(1) D'après les observations que j'ai pu faire en 1840, les terrains crétacés occupent, dans le N.-O. de l'Italie, des étendues plus considérables qu'on ne le pense généralement; en effet, les mollasses de la *Brianza* (au N.-N.-E. de Milan) se rattachent incontestablement aux poudingues de *Sirone* qui contiennent des Hyppurites; les mollasses elles-mêmes contiennent des fucoïdes crétacées extrêmement abondantes (carrières de *Vigano*). C'est encore dans la Brianza que MM. Trotti et Villa ont trouvé des *Catillus* bien conservés, qu'ils ont reconnu appartenir aux espèces *Cuvierii* et *Lamarckii*. Il est bien certain, d'après ces caractères paléontologiques, que quelques unes des mollasses de la Lombardie appartiennent à la formation crétacée.

verait difficilement des calcaires ou des Macignos présentant sur des étendues un peu considérables les caractères propres aux dépôts sédimentaires. Dans ces localités, les diverses roches de la formation du Macigno ont subi des modifications plus ou moins essentielles, sur lesquelles M. Savi a depuis long-temps appelé l'attention des géologues (1). C'est au Macigno, en effet, que M. Savi rapporte les schistes talqueux épidotifères de *Sassalbo;* c'est au calcaire de la partie inférieure de cette formation que sont rapportés les calcaires saccharoïdes que l'on exploite depuis quelques années dans la vallée de *Serravezza* et à la cime de l'*Altissimo;* et comme ces calcaires sont séparés par des micaschistes et des gneiss qui se voient à *Azzano*, à moitié chemin de la ville, aux carrières les plus élevées, il en résulterait que ces roches cristallines stratifiées doivent être rapportées elles-mêmes à la formation du Macigno.

Dans la plus grande partie des *Maremmes*, le calcaire du Macigno a une structure semi-cristalline et une couleur noirâtre ou bleuâtre interrompue par des veines blanches spathiques. A *Massa maritima*, on voit, dans les fossés de la ville, ce calcaire bleuâtre alterner avec des schistes beaucoup plus modifiés que ne l'est le calcaire lui-même; la plupart de ces schistes sont à l'état d'ardoise, quelques uns même à l'état de schistes talqueux ou micacés. La roche que M. Savi a décrite sous le nom de *Gabbro rosso* est due encore à une modification que le Macigno a subie au contact ou à l'approche des masses serpentineuses. M. Al. Brongniart a d'ailleurs indiqué depuis long-temps la connexion qui existe entre les serpentines de la Toscane et des autres parties de l'Italie et les roches jaspoïdes, etc., qui leur sont voisines; roches dont l'état actuel est dû nécessairement à une action des serpentines sur les parties du Macigno avec lesquelles elles se sont trouvées en contact.

Les terrains tertiaires de la Toscane appartiennent, comme ceux de la partie N.-O. de l'Italie, à deux étages distincts par leur composition minéralogique et par leurs relations de gisement. L'un de ces étages étant, en Toscane, très pauvre en corps organisés fossiles, il est difficile d'y constater dans les caractères paléontologiques une différence correspondante à celles qu'indiquent les autres caractères de ces formations. Nous verrons cependant que la séparation des deux étages tertiaires est tout aussi évidente ici que dans les autres parties de l'Italie.

---

(1) *Nouveau journal des savants de Pise*, année 1837.

M. le professeur Savi a décrit l'un de ces étages tertiaires sous le nom de *terrain tertiaire ophiolithique* (1). Ce terrain se compose de deux parties bien distinctes, dont l'une est assez habituellement supérieure à l'autre, mais qui cependant paraissent quelquefois se remplacer mutuellement. Celle de ces deux parties qui paraît être l'inférieure se compose de couches arénacées peu consistantes, à grain assez fin, très micacées, à ciment calcaire ou marneux; c'est une véritable mollasse analogue à celle qui se trouve vers la partie inférieure des collines de Superga. Cette mollasse alterne avec des marnes gris de cendre, quelquefois un peu jaunâtres; la mollasse et les marnes renferment presque constamment des fragments, appréciables à l'œil, de serpentine, d'euphotide ou de jaspe.

A la partie supérieure du terrain tertiaire ophiolithique, les fragments de ces diverses roches deviennent plus volumineux, et tellement abondants que l'on a un véritable poudingue à cailloux calcaires, serpentineux, jaspoïdes, etc., cimenté par une matière arénacée qui résulte de l'atténuation de ces mêmes substances. On voit que les cailloux de ce poudingue sont de même nature que ceux des poudingues de Superga (2); j'ajouterai, pour rendre l'analogie encore plus frappante, que les cailloux calcaires sont recherchés en Toscane et à Turin, comme donnant de la chaux hydraulique.

Le terrain tertiaire ophiolithique n'occupe point en Toscane des espaces très étendus; on peut cependant l'étudier avec assez de détail dans la vallée de l'*Era* et dans les *Maremmes*. A la *Sterza* (15 kilomètres au N.-O. de *Volterra*), ce sont les poudingues à gros cailloux calcaires, serpentineux, etc.; à *Monte-Catini* (6 kilomètres à l'O. de la même ville), ce sont des marnes jaunâtres peu développées qui m'ont présenté sur un point (près de l'entrée de la galerie d'écoulement des mines de cuivre de *Caporciano*), un lit calcaire avec quelques serpules, et auprès du village de *Ligia* quelques empreintes d'une bivalve peu conservée, mais paraissant voisine des *Mytilus*. Aux environs de *Massa-Maritima*, ces marnes sont beaucoup plus développées, et elles recouvrent, au N. et au N.-O. de la ville, des étendues assez considérables. Les marnes du terrain tertiaire ophiolithique renferment souvent des dépôts de combustibles d'une certaine importance; quelques uns

(1) *Mémoires pour servir à l'étude de la constitution géologique de la Toscane*, p. 40.

(2) *Mémoires de la Société géologique de France*, tome II, p. 194.

de ces dépôts ont été soumis à des actions métamorphiques particulières, et il en est résulté un combustible ayant beaucoup de rapports avec la houille des terrains carbonifères. C'est, sur une plus grande échelle, le phénomène indiqué par M. Al. Brongniart au mont Meismer (1). Cette circonstance a donné lieu récemment à des travaux de recherches assez importants, et les géologues italiens ont été appelés plusieurs fois à se prononcer sur l'âge de ce combustible. M. Savi a lu, en 1839, au congrès de Pise, un travail fort développé sur ce sujet, et il a démontré « qu'à l'exception » de quelques dépôts de peu d'étendue compris dans les couches » du Macigno, tous les combustibles fossiles de la Toscane doi- » vent être rapportés aux terrains tertiaires; les empreintes vé- » gétales y appartiennent à des dicotylédones arborescentes voi- » sines du châtaignier, du saule, du peuplier, etc.; les petites » coquilles rencontrées dans ces combustibles appartiennent de » même aux terrains tertiaires (2). »

Malgré l'opinion bien motivée de M. Savi, on a persisté encore à voir de la véritable houille dans les combustibles de quelques localités des *Maremmes*, et il faut avouer que les caractères minéralogiques et chimiques de ces combustibles autorisaient jusqu'à un certain point cette manière de voir. En effet, le combustible de *Monte-Bamboli* (10 kilomètres au N.-O. de *Massa*) est d'un noir luisant; la cassure en est schisteuse ou conchoïde suivant qu'elle a lieu parallèlement ou perpendiculairement au plan des couches; il brûle avec une flamme fuligineuse; il fond aisément à la chaleur rouge, et prend en refroidissant la forme du vase dans lequel il a été fondu. Il contient 58,00 de carbone, 35,25 de matières volatiles, 6,75 de cendres. Cependant le gisement de cette prétendue houille ne peut laisser douter un seul instant qu'elle n'appartienne au terrain tertiaire ophiolithique de M. Savi.

La ville de Massa est située sur une colline assez élevée, composée de ce calcaire bleuâtre que j'ai dit résulter d'une modification de la partie inférieure du Macigno; les mêmes couches forment les hauteurs au N.-O. de Massa. Ce n'est qu'à 8 kilomètres environ de cette ville que le calcaire bleuâtre fortement tourmenté est recouvert en stratification discordante par des couches arénacées avec fragments serpentineux; ces couches sont bien moins disloquées que celles du calcaire inférieur; elles forment

(1) *Description géologique des environs de Paris*, 4e édition, p. 212.
(2) *Actes du Congrès scientifique italien de* 1839, p. 63.

le sommet du mamelon sur lequel est située la ferme de *Monte-Bamboli*. Les recherches de combustible ont été entreprises dans un vallon à une demi-heure de distance vers l'E., et presque toute la descente depuis la ferme se fait sur le calcaire bleu. On ne pouvait descendre dans le puits de recherche quand je visitai les travaux ; mais la couche de combustible affleure dans un ravin tout au fond de la vallée, et on y a ouvert une galerie dans le combustible même. La roche qui encaisse les affleurements du combustible est une marne calcaire jaunâtre assez solide, en couches bien réglées, ayant de 1 à 4 décimètres d'épaisseur; ces couches sont dirigées, à peu de chose près, de l'E. à l'O., et elles plongent légèrement vers l'intérieur de la montagne. La couche de combustible a de 4 à 5 décimètres d'épaisseur. Les marnes contiennent en nombre infini des empreintes de petites bivalves qui me paraissent très voisines du *Mytilus Brardii*, Al. Brong. (*Dreissena Brardii Bronn*). Les marnes exhalent, à la cassure fraîche, une forte odeur bitumineuse, surtout à l'approche du combustible. Toutes les empreintes de feuilles que j'ai vues, soit auprès des travaux, soit dans les échantillons réunis à la ferme de *Monte-Bamboli*, appartiennent bien certainement à des plantes dicotylédones. Le combustible est surmonté par un escarpement de 10 mètres environ de marnes jaunâtres : vers le haut de cet escarpement j'ai trouvé dans les marnes de petits corps arrondis du diamètre de 2 ou 3 centimètres, provenant peut-être de moules d'anciens fruits.

D'après les renseignements que l'on m'a donnés sur les lieux, le puits de recherche aurait traversé une couche de combustible de 3 mètres d'épaisseur; une galerie percée au fond du puits aurait recoupé la même couche à une assez grande distance, et le combustible y conservait toujours la même épaisseur. Il m'a été impossible, dans l'état où étaient les choses, de vérifier l'exactitude de ces renseignements; ce que j'ai pu seulement constater, d'après les derniers matériaux extraits du puits de recherche, c'est que le fond en a atteint le calcaire bleuâtre de la formation du Macigno, et que la richesse de ce gîte de combustible se réduit par conséquent à la seule couche reconnue à moitié de la hauteur du puits, couche qui affleure à une petite distance dans le ravin au fond de la vallée.

L'étage tertiaire supérieur se compose en Toscane, comme dans le N.-O. de l'Italie, de marnes bleues et de sables jaunâtres; ceux-ci m'ont constamment paru supérieurs aux marnes. La couleur bleue des marnes varie suivant leur degré d'humidité. Lorsque

les chaleurs de l'été les ont desséchées et que toute végétation a disparu à leur surface, elles présentent une couleur cendrée qui donne à la contrée un aspect extrêmement désolé. Le mica est assez abondant dans les marnes bleues ; les couches en sont généralement fort épaisses, les coquilles fossiles y sont assez abondantes, et il existe des localités où la surface du sol y prend une couleur blanche ; c'est ainsi que j'ai trouvé dans la vallée de l'Era auprès de l'auberge de la Sterza des champs entiers couverts de Nucules, d'Arches (*Nucula margaritacea*, *Arca diluvii*) avec quelques huîtres.

Les sables jaunes sont bien plus riches en fossiles que ne le sont les marnes bleues. Les collines qui bornent au S. la plaine de l'*Arno* depuis *San-Miniato* jusqu'au *Monte-Nero* au S.-E. de Livourne, sont presque exclusivement composées de ce sable jaune ; les marnes bleues ne paraissent généralement que dans le bas des vallons où elles donnent lieu à des sources peu abondantes, et où on les exploite souvent pour faire des briques et des tuiles. Les sables de ces collines sont en couches horizontales, et la stratification en est marquée souvent par des lits plus ou moins suivis de rognons agglutinés par un suc calcaire. Les diverses espèces de coquilles y forment aussi des bancs suivis dans lesquels les valves des bivalves sont toujours unies comme elles pouvaient l'être pendant la vie de l'animal. Ainsi j'ai vu dans les collines de *Fauglia* (16 kilomètres à l'E. de Livourne) des bancs fort étendus d'Arches (*Arca diluvii*), de *Venus rugosa*, d'huîtres de diverses espèces, etc. Quelquefois les sommités des collines sont composées d'un falun coquillier comparable aux faluns des Landes. Je citerai la ferme de *Sanicastro* (2 kilomètres à l'E. de *Fauglia*) qui est entourée par un falun composé de *Chama gryphoïdes*, *Rostellaria pes-pelicani*, *Siliquaria anguina*, de *Trochus*, de *Turbo*, de Turritelles, etc. Un banc de polypiers (*Caryophyllia cæspitosa*, Lam.) s'étend depuis ce falun jusqu'à la *Villa di Montalto*, qui en est éloignée de 1,500 mètres au moins. Ces polypiers sont juxtaposés les uns aux autres dans une position verticale, sans aucune espèce de ciment qui les unisse. Lorsqu'un chemin ou un fossé coupe le banc, qui a souvent un mètre d'épaisseur, les tiges des polypiers se détachent d'elles-mêmes, et les fragments jonchent la surface du sol voisin.

Le sable jaune est quelquefois recouvert par un calcaire marneux fétide contenant des moules de Planorbes et de Paludines. Cette roche a été détruite presque en totalité dans les collines de Livourne où le calcaire est rare ; et aujourd'hui elle n'est indiquée

le plus souvent que par des fragments épars à la surface du sol. Mais là où les sables jaunes approchent des calcaires secondaires, les couches tertiaires ont échappé à l'exploitation ; et l'on peut y voir des calcaires d'eau douce alternant avec des sables jaunes à fossiles marins. M. Lyell indique plusieurs faits de ce genre dans les environs de Sienne (1).

La superposition des sables jaunes aux marnes bleues permet aux eaux atmosphériques de s'infiltrer à de grandes profondeurs; ces eaux glissent ensuite à la surface des marnes, et donnent lieu quelquefois à des phénomènes remarquables de destruction. Ce sont surtout les escarpements à la partie N. de la ville de *Volterra* qui présentent sur une grande échelle des exemples de cette action destructive des sources terrestres. La partie supérieure de la colline sur laquelle est située cette ville est formée par un sable calcaire jaunâtre ; la séparation de ces sables d'avec les marnes bleues est marquée, sur la pente orientale qui est assez douce, par une ligne de sources plus ou moins abondantes et par une végétation plus vigoureuse. La pente N.-O. était recouverte en 690, d'après d'anciennes chroniques, d'habitations, de terrains cultivés et de bois. On ne saurait découvrir aujourd'hui quelle a été la première cause du changement total qui s'est opéré dans cette contrée ; peut-être un déboisement complet a-t-il donné lieu à quelques ravins ; dès lors la partie superficielle des escarpements marneux, exposée aux alternatives d'humidité et de sécheresse, a pu être facilement démolie par les eaux qui se faisaient jour au-dessous des sables ; et la masse entière de la colline a dû s'ébouler successivement, de manière à produire les gouffres connus dans le pays sous le nom de *Balze di Volterra*. On sait, d'après les documents historiques, qu'il existait en 1590, au N.-O. de la ville, un ravin de 60 mètres de profondeur, 120 mètres de largeur et 180 mètres de longueur. En 1627 et 1651, deux églises furent successivement entraînées dans l'abîme. En 1767, on chercha à arrêter la marche des éboulements en construisant un mur énorme qui fut bientôt démoli par la poussée des terres, et aujourd'hui on a dû abandonner quelques unes des maisons du faubourg qui se trouvent tout auprès des falaises. On commence même à craindre pour les anciennes murailles qui marquent l'enceinte de la ville des Etrusques.

Les marnes bleues contiennent souvent du gypse en rognons, mais cette substance m'a toujours paru postérieure au dépôt du

(1) Lyell, *Principles of Geology*, 3e édition, tome IV, p. 7.

terrain. En effet, le gypse se retrouve alors également dans toutes les assises inférieures aux marnes bleues. C'est ce qu'on peut voir, par exemple, dans les environs de *Monte-Cerboli*, où le calcaire bleuâtre inférieur au macigno, le terrain tertiaire ophiolithique et les marnes bleues, contiennent également du gypse. Seulement ce gypse paraît former des filons (tapisser d'anciennes fentes?) dans le calcaire, tandis qu'il se trouve dans les marnes en rognons plus ou moins volumineux, à surfaces mamelonnées; ces rognons se rassemblent souvent au fond des ravins qui sillonnent les collines marneuses.

Si la formation du gypse est postérieure au dépôt des marnes bleues, on comprendra facilement que la chaux du sulfate ait été fournie en partie par les débris organiques calcaires contenus originairement dans ces marnes. On remarque, en effet, que les marnes bleues, qui sont généralement assez riches en coquilles fossiles, en sont totalement privées là où elles contiennent du gypse. Cette circonstance se présente particulièrement au S.-O. de Volterra, entre cette ville et le beau pont suspendu de la *Cecina*. Je cite cette localité, parce que l'absence de corps organiques a fait penser quelquefois que les marnes des salines de Volterra appartenaient à l'étage tertiaire moyen, tandis qu'il me paraît hors de doute qu'elles sont la continuation des marnes bleues qui contiennent tant de coquilles à 12 ou 1500 mètres au N. des salines, vers les sources de l'*Era*.

C'est dans les marnes bleues que sont ouverts à 1,000 ou 1,200 mètres au S.-O. de Volterra les puits des salines qui fournissent en très grande partie à la consommation de la Toscane. Plusieurs sources sur les deux rives de la *Cecina* avaient fait connaître d'abord l'existence du sel : on ouvrit par la suite un certain nombre de puits qui traversent des masses de sel plus ou moins puissantes. Les eaux extraites de ces puits, pour être traitées dans les chaudières d'évaporation, marquaient le 10 août 25° à l'aréomètre. Mais le directeur des salines, M. Topi, me dit que cette concentration de l'eau salée était due à la grande sécheresse de la saison, et que, dans les temps ordinaires, les eaux qui se rassemblent au fond des puits ne marquaient guère que 20 à 22°.

On a tenté, il y a quelques années, un forage artésien pour donner aux salines de l'eau potable. Ce travail, infructueux pour le but que l'on s'était proposé, a du moins fait connaître la composition du sol jusqu'à la profondeur de près de 150 mètres.

Voici quelle est, d'après la coupe que l'on conserve aux salines, la succession des couches qui ont été traversées :

	Mètres.
Terre végétale	2,37
Marne bleue alternant avec du gypse	41,02
Sel gemme	4,65
Marne bleue et gypse	6,05
Sel en cristaux disséminés dans la marne	4,30
Marne bleue	11,40
Sel granulaire dans la marne	0,15
Marne bleue très salifère	8.10
Sel lamellaire pur	0,94
Marne bleue avec des veines de gypse	7,98
Sel gemme pur avec quelques veines de marne	12,48
Marne bleue fétide	49.48
	148,92

Les sables jaunâtres contiennent souvent vers leur partie supérieure un ou plusieurs lits d'une roche calcaire très solide, qui est exploitée, comme pierre de taille, sous le nom de *Panchina*. A Volterra, où j'ai pu l'examiner particulièrement, la *Panchina* forme des lits de $0^m,60$ à $0^m,80$ d'épaisseur; elle est composée d'Huîtres, de *Pecten*, de *Cardium*, avec quelques grains d'un sable calcaire, résultant de la trituration de diverses coquilles; le tout cimenté par un suc calcaire plus ou moins abondant. La *Panchina* de Volterra a été employée de tout temps dans les constructions de la ville, puisqu'on en trouve des blocs dans la porte *dell' Arco*, monument qui date du temps des Étrusques. C'est la même roche avec les mêmes fossiles que j'ai vue à la même hauteur géologique en Piémont, et notamment à Verrua. Là aussi, elle a été exploitée à des époques reculées, et j'en ai vu des fragments dans les bâtiments de l'abbaye très ancienne de *Vesulano*. Quelques parties des sables jaunes sont, en outre, cimentées en Toscane en blocs irréguliers peu solides, mais qui persistent quelquefois à la surface du sol, après que les sables désagrégés ont été entraînés par les actions atmosphériques. J'ai vu notamment de ces blocs dans les faubourgs de Volterra, autour de l'église de Saint-Just; c'est le même accident qui se présente en Piémont, auprès de *Chieri*. Dans les deux localités, la *Terebratula ampulla* (*T. grandis*, Bronn) est disséminée en abondance dans ces blocs arénacés (1).

(1) *Mémoires de la Société géologique*, tome II, p. 199.

M. Savi s'est occupé spécialement dans ses Mémoires géologiques sur la Toscane de l'âge et de l'origine de la *Panchina*. La consolidation de cette roche est due, d'après ce géologue, à des sources calcarifères dont les eaux seraient venues cimenter une partie des sables jaunes, postérieurement au dépôt de ces sables, et antérieurement à l'existence des vallées actuelles (1). M. Savi sépare en même temps sa *Panchina* d'avec les terrains tertiaires, et la croit contemporaine des grandes accumulations de tuf calcaire ou travertin de la Toscane, de Rome, etc. Les travertins de la vallée de l'Elsa ont été décrits par M. Al. Brongniart dans sa Description géologique des environs de Paris, et par M. Lyell dans ses Principes de Géologie. On a encore un exemple de ces grandes accumulations calcaires à *Massa-Maritima*, où on les voit reposer sur les tranches des couches redressées du macigno; le travertin y forme au N.-E. de la ville des escarpements de 15 à 20 mètres de hauteur, et cette même roche forme le sol d'une grande partie de la ville, ainsi qu'on peut s'en convaincre près de la porte *San-Rocco* et sur la route de *Follonica*. Ce travertin contient des empreintes de feuilles que je n'ai pu distinguer de celles des châtaigniers actuels. Les sources de la grande fontaine publique de Massa coulent au haut d'une masse tufacée qui a été certainement déposée depuis la construction du bassin de cette fontaine. Il serait extrêmement difficile de séparer le tuf des sources de la ville de celui qui couronne les collines jusqu'à des distances considérables vers le N.-E.; il serait également difficile de dire ici, si une partie du travertin est antérieure à l'époque actuelle, et où commence cette partie ancienne du travertin. Je n'ai pas trouvé qu'il en fût de même pour la *Panchina*; pour la lumachelle du moins, qui porte ce nom à *Volterra*, et dans laquelle sont creusés en partie les anciens tombeaux étrusques. A *Volterra*, comme à *Verrua*, cette lumachelle est intercalée dans les sables jaunes supérieurs, et il est impossible de ne point la comprendre dans la même formation que ces sables.

Pour compléter l'énumération des dépôts tertiaires de la Toscane, ou, pour mieux dire, celle des dépôts plus récents que la craie, il me reste à mentionner certaines couches qui doivent être rapportées à la période pliocène récente de M. Lyell ou aux terrains quaternaires de M. Desnoyers. Les descriptions de M. le général de la Marmora ont fait connaître, depuis quelques an-

(1) Mémoires géologiques insérés dans le *Nouveau journal des savants de Pise pour* 1837.

nées déjà, les couches arénacées sur lesquelles est construite la ville de Livourne, et qui sont exploitées au S. de la ville. Depuis les lazarets jusqu'à la tour de l'*Antignano*, M. de la Marmora a démontré que ces grès sont antérieurs à la période actuelle, et il les a séparés d'avec les roches arénacées qui se forment de nos jours en Sicile et à Livourne même (1). Dans les carrières que j'ai visitées, on exploitait un grès grossier passant tantôt à un poudingue à petits galets, tantôt à un calcaire concrétionné. Au-dessous de $0^m,50$ de terre végétale rougeâtre, on a un mètre d'un poudingue grossier à ciment de calcaire concrétionné, puis, des assises minces d'un calcaire à grains roulés de quarz. Ces assises deviennent plus épaisses en descendant, et on finit par avoir des couches de $0^m,70$, et même d'un mètre, dans lesquelles la division schisteuse de la partie supérieure est à peine indiquée par des lignes parallèles aux plans de stratifications.

La surface du sol est à 4 ou 5 mètres au-dessus du niveau de la mer; la plage voisine est composée de gros blocs aplatis, d'espèces de tables arénacées qui paraissent avoir été fendues en place : on dirait que la mer a démoli et continue encore à démolir une falaise très basse; qu'elle enlève les couches inférieures peu résistantes, et que les poudingues supérieurs, plus solides, perdant tout soutien, tombent et se brisent en masses tabulaires plus ou moins étendues. En tout cas, il est très prouvé qu'il y a eu interruption entre le dépôt des couches arénacées exploitées pour les constructions de Livourne et celles qui se forment aujourd'hui dans la mer voisine.

La description succincte que je viens de donner des divers terrains sédimentaires de la Toscane suffit pour démontrer qu'il existe une analogie complète entre ces terrains et ceux du N.-O. de l'Italie. Pour les terrains tertiaires qui forment l'objet particulier de cette note, l'analogie se soutient jusque dans les moindres détails. Les poudingues de *la Sterza* ne sauraient, en effet, être distingués de ceux de Superga; les marnes à lignites sont identiques avec celles de *Cadibona* et de *Caniparola;* les marnes bleues, les sables jaunes avec leur lumachelle (*Panchina*) se retrouvent également à Volterra et à Verrua, dans une grande partie de la Toscane et dans presque tout l'Astesan en Piémont. Je n'ai pas besoin d'ajouter que les fossiles si abondants en Toscane et en

(1) MM. Savi et Guidoni ont trouvé récemment, près du lazaret de Saint-Roch, des fragments de poterie dans un tuf arénacé de formation actuelle.

Piémont dans l'étage tertiaire supérieur appartiennent aux mêmes espèces. Il reste à savoir maintenant si la séparation que j'ai admise en décrivant les terrains tertiaires de la Toscane est fondée réellement sur une interruption dans la marche régulière de la sédimentation ; ou, en d'autres termes, si les terrains tertiaires ophiolithiques de M. Savi, et les marnes bleues, appartiennent à des formations géologiques indépendantes l'une de l'autre.

Je ne répéterai pas ce que j'ai dit dans les pages précédentes sur la discordance qui existe constamment entre le macigno et le terrain tertiaire ophiolithique; c'est là un fait que l'on voit à chaque pas en Toscane; je ne pense pas d'ailleurs que, malgré la présence des Nummulites, il y ait des géologues qui veuillent rapporter le macigno aux périodes tertiaires. Je me bornerai donc à citer quelques exemples de discordance entre les deux étages tertiaires dont j'ai admis l'existence en Toscane.

Lorsqu'on remonte la vallée de *l'Era* pour aller de Pise à Volterra, on quitte vers *Ponsacco* les alluvions de l'Arno, et l'on commence à monter insensiblement sur les sables marneux jaunâtres, que j'ai dits composer la surface des collines entre *San-Miniato* et le *Monte-Nero*. Au S. de *Capannole*, un premier escarpement à côté de la route montre ces sables jaunes en couches sensiblement horizontales, et vers leur partie supérieure, mais recouvert encore par des sables jaunes identiques avec ceux de la base de l'escarpement, un banc solide composé presque en entier de *Pecten*, de Balanes, d'Huîtres, etc., (*Panchina*). Ces sables jaunâtres se continuent à la rive gauche de *l'Era* jusqu'à l'auberge isolée de *la Sterza*, tandis que sur la rive droite le bourg de *Peccioli* est situé sur des escarpements très élevés d'une marne bleuâtre en couches inclinées vers l'E. et recouvertes par les sables jaunâtres. Cette inégalité de niveau dans les couches correspondantes me porte à croire que la vallée de *l'Era* est ouverte sur une faille dirigée environ du N. quelques degrés O., au S. quelques degrés E. Cette direction moyenne de la vallée de *l'Era* rencontre au S. le château de *Monte-Catini*, bâti sur un dyke d'une roche qui a les plus grands rapports minéralogiques avec la Minette de l'Alsace (1). Plus au S. encore, la même direction rencontre-

(1) La roche qui supporte le château de *Monte-Catini* a l'aspect de certaines variétés de macigno très micacées; mais elle est composée presque en totalité de petits polyèdres de la grosseur d'un pois, qui se désagrègent en petites lamelles d'un mica très luisant, opaque, verdâtre ou bronzé. L'intervalle entre les petits polyèdres de mica est rempli par

rait successivement les salines de Volterra, les lagonis de *Monte-Ce boli*, les sources thermales de *Morbo*, les lagonis de Castelmuro, etc.

A côté et à l'O. de l'auberge de la Sterza, on voit une colline boisée dont le sommet porte une tour ruinée à demi cachée par des broussailles. Le sentier qui monte à cette ruine coupe, tout au bas de la colline, des rochers assez solides d'un grès contenant quelques paillettes de mica ; ces blocs sont disséminés dans les sables jaunes ordinaires, et n'en diffèrent que parce qu'ils ont été agglutinés par un ciment calcaire : les sables et les grès contiennent une grande quantité de coquilles parmi lesquelles j'ai recueilli la *Chama gryphoïdes*, le *Pecten sœnensis*, la *Venus rugosa*, des Turritelles, des Cérites, des Dentales, etc. Les sables marneux jaunâtres s'élèvent jusqu'à moitié de la colline, et là on voit paraître un poudingue à galets calcaires, serpentineux et jaspoïdes contre lequel les couches des sables jaunes se terminent abruptement. Le poudingue qui forme ici les collines de la rive gauche de *l'Era* se prolonge vers l'O. en se relevant vers les masses serpentineuses du *Monte-Vaso*.

A l'origine de la vallée de *l'Era*, et sur un col qui la sépare de celle de la Cecina, est une auberge isolée, entourée de tous côtés par les marnes bleues qui vont se rattacher à celles de la montagne de *Volterra*. J'y ai recueilli, à la surface des champs, la *Nucula margaritacea*, l'*Arca diluvii*, etc. Si, de cette auberge, on se dirige à l'O. pour monter aux mines de cuivre de *Caporciano*, on trouve, après un quart d'heure de marche, une protubérance serpentineuse peu apparente, autour de laquelle les marnes bleues ne sont nullement modifiées, et conservent une position presque horizontale. Peu après, on monte assez rapidement vers *Monte-Catini*, et l'on trouve presque immédiatement des grès serpentineux jaunâtres qui se relèvent considérablement vers l'O. En suivant le sentier qui passe à *Ligia*, j'ai observé quelques impressions végétales dans des marnes subordonnées à ces grès. Les marnes et les grès dont il est question sont remplacés bientôt par les couches extrêmement disloquées du calcaire inférieur au macigno.

La descente de *Monte-Catini* par la grande route a été indiquée par M. Savi, comme présentant toutes les diverses altérations subies par les roches de la formation crétacée dans leur passage à

---

une substance terreuse qui paraît de même nature que les grains. Cette roche est exploitée et employée dans le voisinage au même usage que le macigno l'est dans les autres parties de la Toscane.

l'état de *Gabbro-Rosso* (1). Quelques minutes au-dessous de la nouvelle galerie d'écoulement que l'on perce pour rejoindre les travaux de mines de Caporciano, on retrouve les marnes et grès serpentineux en couches dirigées de l'E. 30° S. à l'O. 30° N., et plongeant au N. 30° E. Cette direction est autre que celle des marnes bleues de la vallée de l'Era qui d'ailleurs sont presque horizontales au-dessous de *Monte-Catini*.

Il résulterait de cette disposition relative des deux étages tertiaires de la Toscane que l'un de ces étages, celui que M. Savi appelle terrain tertiaire ophiolithique, avait subi une première dislocation avant le dépôt des marnes subapennines qui lui sont superposées; que par suite ces deux étages appartiennent à deux périodes géologiques distinctes, à deux formations différentes.

L'étude géologique de la Toscane confirme donc de tout point la division des terrains tertiaires, telle qu'elle a été établie d'après des observations faites dans le N.-E. de l'Italie. Mais on observe, en outre, en Toscane, entre les deux étages tertiaires des différences de composition qui m'ont paru se rattacher à l'origine même de ces dépôts.

M. Al. Brongniart a remarqué, dès 1823, que « la plus grande » partie des fragments et des cailloux qui composent les roches » d'agrégation de la montagne de Superga appartient aux Ophio- » lithes. Quand on examine de près, disait-il, les nombreux » grains verdâtres qui entrent souvent dans la composition des » roches qui pénètrent presque constamment dans l'intérieur des » coquilles, et qui font si aisément reconnaître les fossiles de » cette montagne, on voit que ces grains verts ne diffèrent pas » des cailloux d'ophiolithes. M. Brongniart ajoutait que la colline » de Superga se lie aux collines calcaréo-trappéennes du Vicentin » par une Brecciole serpentineuse analogue à celle de ces col- » lines (2). » Cette liaison entre des points aussi éloignés que l'est Superga de Vicence, entre des points séparés par la vaste plaine de la Lombardie, n'était fondée que sur des analogies de composition des roches. En Toscane, on trouve les terrains correspondants à ceux de Superga, liés immédiatement aux masses serpentineuses si fréquentes dans cette contrée; on y acquiert la preuve géologique du fait que M. Al. Brongniart avait deviné d'après des données minéralogiques.

On a vu que, près de *la Sterza* et à *Monte-Catini*, les poudingues

(1) *Sur les roches ophiolithiques de la Toscane*, p. 49.

(2) *Mémoires sur les terrains calcaréo-trappéens du Vicentin*, p. 30.

et les marnes de l'étage moyen se rattachaient aux masses serpentineuses de *Monte-Vaso* et au *Gabbro-Rosso* de Caperciano, qui résulte lui-même d'une action produite par ces masses. Ce ne sont point là des faits exceptionnels. M. Savi a annoncé que ses terrains tertiaires ophiolithiques sont presque toujours placés dans le voisinage ou au contact des masses serpentineuses (1). Je puis ajouter que la surface désagrégée de quelques unes de ces masses passe à une terre argileuse d'un jaune verdâtre identique, au moins d'après ses caractères physiques, avec certaines marnes intercalées dans les couches de l'étage tertiaire moyen : aussi M. Savi concluait-il que le terrain tertiaire ophiolithique est un résultat de l'action plutonique, qui a porté au jour les serpentines, combinée avec l'action sédimentaire contemporaine ou immédiatement postérieure à l'apparition de ces masses ignées.

Rien de semblable ne se voit dans l'étage tertiaire supérieur : les masses serpentineuses de la Toscane n'ont eu aucune influence sur le dépôt des marnes bleues et des sables jaunes, lors même que ces sables ou ces marnes se trouvent en contact avec les serpentines. Ce n'est donc point la destruction seulement des roches serpentineuses préexistantes qui peut avoir influé sur la composition minéralogique des sédiments de l'étage tertiaire moyen. Les roches arénacées serpentineuses de cet étage me paraissent avoir une origine analogue aux roches arénacées qui ont accompagné la plupart des masses éruptives des diverses époques géologiques. Les terrains tertiaires moyens de la Toscane seraient alors aux serpentines de cette contrée ce que le grès rouge des Vosges est au porphyre quarzifère du Val d'Ajol, ce que le grès bigarré de la Provence est au porphyre de Roque-Brune, etc. (2). Les terrains tertiaires moyens de la Haute-Italie auraient eu sans doute la même origine : seulement, comme ils étaient plus éloignés des masses éruptives, les caractères de la sédimentation y ont pris le dessus sur les caractères éruptifs, et les débris organiques marins y sont infiniment plus abondants qu'ils ne le sont en Toscane à une hauteur géologique correspondante.

Il paraîtrait donc que les terrains tertiaires moyens se déposaient en Italie sous des circonstances toutes spéciales, circonstances qui avaient entièrement cessé lors du dépôt des marnes bleues subapennines de l'étage supérieur. On reconnaît facilement dans le

---

(1) Mémoires géologiques sur la Toscane dans le *Journal des Savants de Pise pour* 1837.

(2) Élie de Beaumont, *Explication de la carte géologique de France.*

N.-O. de l'Italie que la fin de la période tertiaire moyenne a coïncidé avec le soulèvement des Alpes occidentales (1). Il n'est pas aussi aisé de reconnaître en Toscane quelles sont les dislocations qui ont séparé les deux périodes tertiaires. L'apparition des serpentines est antérieure à ces dislocations, puisque les débris de ces roches entrent comme partie essentielle dans les dépôts de l'étage tertiaire moyen. La ligne de faille dirigée moyennement du N. 5° O. au S. 5° E. est postérieure au dépôt des marnes bleues qui en ont été disloquées à Peccioli; l'âge récent de cette faille est prouvé d'ailleurs par son parallélisme avec la côte de la mer actuelle (de Piombino à Viareggio) et par les communications qui s'y sont conservées avec l'intérieur à *Monte-Cerboli*, aux bains de *Morbo*, à *Castelmucro*, etc. Mais il résulte des observations de M. Savi, en 1833, et de M. Studer, en 1840, que les serpentines de l'île d'Elbe sont traversées par des filons granitiques. M. Savi pense que les filons métallifères de la Toscane sont contemporains des filons granitiques de l'île d'Elbe. Peut-être faut-il rapporter à l'apparition des filons de cuivre de *Caporciano* la discordance que l'on voit, tout près des mines, entre les marnes serpentineuses de l'étage moyen et les marnes bleues de l'étage supérieur? Peut-être est-ce l'apparition des filons granitiques et métallifères qui a marqué en Toscane la fin de la période tertiaire moyenne?

Les terrains sédimentaires de la Toscane ont dû se déposer, ainsi que le fait observer M. Fournet, sur une surface très rapprochée de l'ancien foyer intérieur (2). Les fentes qui se produisaient dans la voûte de ce foyer, par suite de son peu d'épaisseur, ne pouvaient se continuer à de grandes distances, là où la résistance à vaincre par l'action intérieure était beaucoup plus considérable. La direction des fentes nouvelles était soumise d'ailleurs à l'influence de toutes les dislocations antérieures. On ne doit donc point s'étonner si l'âge relatif des diverses dislocations et la direction des accidents géologiques qui en ont été le résultat sont plus difficiles à saisir en Toscane qu'ils ne le sont dans le N.-O. de l'Italie.

Il est prouvé cependant que le sol de la Toscane a subi, depuis le dépôt du macigno, trois dislocations qui paraissent s'être succédé dans l'ordre suivant :

1° L'apparition des serpentines;

---

(1) *Mémoires de la Société géologique de France*, tome II.

(2) *L'Institut*, année 1842, p. 60.

2° La production des filons granitiques et métallifères;

3° Une fente dirigée moyennement du N. 5° O. au S. 5° E. qui traverse une partie considérable de la Toscane.

On a vu que les dislocations produites par les filons métallifères ont causé sur quelques points (à *Monte-Catini*) des accidents dirigés à peu près parallèlement à la chaîne des Pyrénées. Quant à la fente dirigée au N. 5° O. qui forme un des accidents les mieux conservés du pays, il est à remarquer que sa direction correspond à celle du système du Ténare de MM. Boblaye et Virlet, et qu'elle est assez sensiblement parallèle à une ligne qui joindrait l'Etna au Vésuve. MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont pensent que les derniers soulèvements qui ont façonné le Vésuve, l'Etna et Stromboli, peuvent être rapportés à une époque plus récente que celle du soulèvement de la chaîne principale des Alpes; ils pensent que cette époque a coïncidé peut-être avec les dislocations très récentes signalées en Sardaigne par M. de la Marmora et qui ont porté les assises *quaternaires* de Livourne et de l'*Antignano* à leur niveau actuel. Dans cette hypothèse, on ne connaîtrait point encore en Toscane de dislocations contemporaines du soulèvement des Alpes orientales; mais il n'en est pas moins prouvé qu'il existe dans ce pays des accidents qui ont disloqué le terrain tertiaire moyen sans affecter les marnes bleues subapennines, accidents qui marquent la séparation de la période tertiaire moyenne d'avec la supérieure.

M. Pissis expose des considérations générales sur la géologie du Brésil, et les résume comme il suit.

Considérations générales sur les terrains du Brésil.

Ayant été forcé, par la vaste étendue du Brésil, de circonscrire entre des limites arbitraires la partie de cette contrée que je pouvais explorer, j'ai dû choisir de préférence les localités qui, par la configuration du sol, me paraissaient offrir le plus d'intérêt. Les provinces de Bahia, de Minas-Géraès, d'Espiritu-Santo, de Rio de Janeiro et de Saint-Paul, auxquelles se rapportent les observations suivantes, forment une région géologique assez naturellement limitée, d'un côté par la mer, de l'autre par les vastes bassins du San Francisco et du Parana; et, enfin, dans le S. par de grandes plaines qui, sous le nom de Campos, vont se réunir aux Pampas. Ainsi resserrée, cette région occupe encore un espace plus que double de celui de la France, et présente pour

les recherches géologiques la contrée la plus intéressante du Brésil, en ce qu'elle est la moins boisée, ce qui permet de voir les roches plus fréquemment à découvert, et, d'une autre part, en ce qu'elle renferme les montagnes les plus élevées de cette partie de l'Amérique méridionale.

Les formations primordiales et intermédiaires occupent presque à elles seules tout cet espace; viennent ensuite, mais sur quelques points seulement, des roches tertiaires; enfin des couches diluviennes qui, dans le nord, atteignent un assez grand développement. Ces diverses couches se rapportent aux groupes suivants : 1° l'étage des gneiss; 2° les talcites phylladiformes; 3° les phyllades proprement dits; 4° le terrain tertiaire; 5° le terrain palæothérien.

Les roches de l'étage gneissique commencent à se montrer dans les environs de Bahia entre le 12e et le 13e degré de latitude australe; elles s'étendent de là vers le S.-O., formant plusieurs chaînes de montagnes dont la continuité se trouve interrompue par quelques bassins tertiaires. Les roches de cet étage peuvent se diviser en deux parties bien distinctes, tant par leur position que par la nature des substances que l'on y rencontre. La plus inférieure, occupant tout l'espace compris entre la Serra da Mantiqueira (ou son prolongement) et la mer, se compose de gneiss proprement dit, de granite porphyroïde, de granite à grain fin, de leptinite et de quelques couches peu importantes de diorite. Les granites porphyroïdes occupent la partie inférieure, et passent à un gneiss porphyroïde qui les recouvre. Ce gneiss fort semblable au granite, et qui en diffère seulement en ce que les feuillets de mica se trouvent situés dans des plans à peu près parallèles, est d'une teinte rougeâtre, et renferme de gros cristaux de feldspath rose. Les couches supérieures de cette roche, qui constitue à elle seule la plupart des montagnes qui s'étendent le long de la côte, alternent avec un autre gneiss beaucoup plus chargé de mica et renfermant des grenats volumineux; c'est encore une variété porphyroïde, mais où le grenat a pris la place du feldspath. Des Leptinites très friables, à grain fin, viennent recouvrir ces gneiss grenatifères, et renferment eux-mêmes une grande quantité de grenats disséminés. Enfin, la variété commune de gneiss repose sur cet ensemble, où l'on observe dans quelques points des couches subordonnées de diorite. Telle est la superposition la plus complète qui se présente; mais il arrive très souvent que plusieurs de ces roches manquent : ainsi l'on voit le gneiss commun reposer sur les gneiss porphyroïdes, sans l'intermédiaire des Leptinites.

Les granites à grain fin, en général d'une teinte bleuâtre, forment de puissants filons qui coupent ces diverses couches. Ce sont avec des quarz compactes, et quelques diorites sans délit, les seules roches de filon que j'ai rencontrées au Brésil. Ce groupe de l'étage gneissique forme plusieurs chaînes de montagne, et généralement toutes celles qui sont désignées sous le nom de cordilière maritime; car il n'existe point, comme l'indiquent quelques cartes, de chaîne unique suivant tous les mouvements de la côte; la cordilière maritime n'est autre chose que la réunion de plusieurs systèmes courant du N.-E. au S.-O., et qui, se projetant les uns sur les autres, paraissent de loin n'en former qu'un seul. Les pics les plus élevés se trouvent compris entre 1,000 et 1,100 mètres; ils dépassent peu la ligne de faîte de chaque chaîne, qui se maintient entre 800 et 900 mètres. Dans toutes ces montagnes, les couches sont très inclinées, quelquefois tout-à-fait verticales, et se dirigent du N.-E. un peu E., au S.-O. un peu O.

Le groupe supérieur du même étage commence immédiatement derrière la ligne de faîte de la Mantiqueira, et courant, comme cette chaîne du N.-E. au S.-O., occupe la majeure partie de la région des Campos, s'avançant vers l'O. au-delà du bassin du San-Francisco. Les roches qui le composent sont des gneiss plus ou moins altérés, des quarzites stratiformes, des micacites et des talcites compactes. Le gneiss est encore ici l'espèce dominante; il offre peu de variétés; le plus généralement il est à grain fin et d'une teinte rougeâtre qu'il doit à l'altération du mica. Les quarzites atteignent une très grande puissance formant des couches de plusieurs mètres d'épaisseur. Ils se rapportent tous à une variété à gros grain rougeâtre ou brune, et alors formée de quarz enfumé, plus ou moins limpide. Le micacite ne forme, ainsi que le talcite, que des couches de peu d'importance. Mais ce qui caractérise surtout cette partie de l'étage gneissique, c'est la grande abondance des minerais métallifères. On y trouve de l'oxide de manganèse, formant quelquefois à lui seul des montagnes entières, des pyrites, de l'or, de la galène et du plomb chromaté.

Les couches sont encore ici fort inclinées et dirigées du N.-E. au S.-O.; elles atteignent une altitude de 1,100 à 1,200 mètres. Les granites à grain fin s'y montrent sur quelques points, ainsi que les diorites sans délit qui sont ici plus communs que dans la partie inférieure.

L'étage des talcites phylladiformes atteint son plus grand développement dans le centre de la province de Minas-Géraès. Il se compose à sa partie inférieure d'une puissante assise de quarzite

grenu talcifère reposant immédiatement sur les gneiss supérieurs, et passant sur quelques points à un talcite grossièrement schistoïde, enveloppant des masses lenticulaires de quarzite à gros grains. Au-dessus de cette roche se montre une première formation de talcites phylladiformes ; leur couleur la plus générale est le rouge ; ils passent quelquefois au gris verdâtre ou au brun. Dans ce dernier cas, ils renferment une très grande quantité d'acerdèse. Au milieu de ces talcites se montrent quelques couches subordonnées de quarz compacte renfermant des pyrites aurifères ou des amas lenticulaires de la même substance contenant aussi des pyrites. On y remarque encore des filons de quarz dont la direction est presque perpendiculaire à celle des couches ; ils présentent cette circonstance remarquable que l'on n'y rencontre aucune trace de minerais métalliques, tandis que ceux-ci se rencontrent abondamment dans les couches quarzeuzes de cette formation. Ces talcites sont recouverts par de nouveaux quarzites talcifères, se distinguant des premiers par leur structure éminemment schistoïde. Ils sont, en général, d'un blanc légèrement verdâtre, teinte qu'ils doivent à la présence du talc. Dans les couches supérieures, ils prennent une nuance brune de plus en plus foncée et sont finalement remplacés par l'itabirite, roche composée de quarz grenu et d'oligiste lamellaire. Cette roche ne forme d'abord que des couches de peu d'importance; mais à mesure que l'on avance vers le N., elle prend un plus grand développement, et atteint sur quelques points une épaisseur de plus de 100 mètres. C'est elle qui se montre principalement sur le versant des montagnes du côté où plongent les couches qui, dans cette partie, sont toujours fortement redressées et dirigées le plus souvent de l'O. à l'E., plongeant tantôt au N., tantôt au S. L'itabirite passe sur quelques points à une autre roche, non moins remarquable, presque entièrement formée d'oxide de manganèse et de quarz grenu.

Une seconde formation de talcites phylladiformes vient recouvrir l'itabirite, dont elle est séparée sur quelques points par des couches de calcaire cristallifère. Ces talcites diffèrent des précédents par leur teinte plus claire, leur éclat nacré et leur grande friabilité. Ils alternent avec de minces couches de quarzite pulvérulent, et renferment aussi quelques strates d'un talcite noir ressemblant beaucoup à du graphite, mais ne contenant aucune trace de carbone. Enfin, des quarzites pseudo-fragmentaires, ou peut-être de véritables grès, viennent terminer la série. Ils occu-

pent les points les plus élevés du Brésil, et atteignent dans quelques localités une hauteur de plus de 1,800 mètres.

Du centre de la province de Minas Geraès, où ces roches forment un massif servant de point de départ aux principaux fleuves du Brésil, les talcites phylladiformes s'étendent au N.-E. et au S.-O., dans la province de Bahia d'une part, et de l'autre dans celle de Saint-Pedro do Sul, formant plusieurs chaînes de montagnes, placées sur des lignes sensiblement parallèles.

C'est à cet étage qu'appartiennent presque toutes les mines d'or du Brésil. Ce métal se rencontre dans toutes les roches précédentes, à l'exception des talcites supérieurs. Il est tantôt disséminé dans des couches de quarz compacte, subordonné soit aux talcites phylladiformes inférieurs, soit aux quarzites talcifères. On le trouve aussi dans les couches des quarzites eux-mêmes. Mais la roche où il existe le plus abondamment est le jacotinga, presque entièrement composé d'oxide de manganèse, et qui forme de puissantes masses lenticulaires au milieu de l'itabirite.

La plupart des pierres précieuses du Brésil, les topazes, les tourmalines noires et vertes, l'euclase, appartiennent aussi à cet étage. Les topazes et l'euclase se trouvent particulièrement entre Villa-Rica et la chaîne de Deos-te-Livre. Les topazes occupent des nids de matière talqueuse pulvérulente, dans laquelle elles sont implantées sans aucun ordre, avec des cristaux de quarz, et çà et là, mais à de grandes distances, quelques euclases. La roche qui renferme ces nids est un talcite coloré en brun très foncé par une grande quantité d'acerdèse. Il appartient aux assises les plus inférieures.

Les talcites phylladiformes, après avoir formé les montagnes les plus élevées du Brésil, et s'être étendu du N.-E. au S.-O. sur une longueur de plus de 400 lieues, disparaissent au N.-O. sous des grès qui, pendant long-temps, sous le nom d'itacolumite, ont été confondus avec les quarzites talcifères, mais qui en diffèrent par la position de leurs couches, presque toujours en stratification discordante avec ces derniers, et par la présence de fragments évidemment roulés.

Ces grès commencent à se montrer à une vingtaine de lieues au N. de Villa-Rica, où ils forment d'abord le Cerro-Frio, puis ces vastes plateaux qui, sous le nom de Taboleiro, s'étendent jusqu'au-delà de Bahia. Sur quelques points ils sont recouverts par des calcaires compactes assez souvent traversés par des veines de calcaire spathique. Dans toute cette partie, les couches qui recou-

vrent ce grès sont tellement morcelées, qu'il est difficile de bien saisir leur rapport; mais à mesure que l'on avance vers le S., on les voit, tout en conservant leurs principaux caractères, prendre une position plus régulière, et présenter alors des alternances qui se reconnaissent sur des points très éloignés.

Dans la province de Saint-Paul, ces grès commencent à se montrer à environ 1 lieue à l'O. de Sorocaba. Ils forment d'abord des couches à peu près horizontales qui recouvrent les talcites fortement redressés dans cette partie, et plongeant au N.-O. Un peu plus loin, ils forment la montagne d'Arasoïaba, massif élevé de 8 à 900 mètres, dont les couches plongent vers le N. A partir de ce point, elles reprennent leur position horizontale et s'étendent au N. jusqu'à Itu, et au S. bien au-delà d'Itapetininga. Les couches les plus inférieures de cette roche sont composées d'un grès quarzeux à grain fin, légèrement coloré en jaune ou en rouge par l'oxide de fer. Dans les parties supérieures, il prend une structure schistoïde, devient argileux, et passe à un psammite à grain très fin ou bien à l'ardoise, comme cela s'observe dans les environs d'Itu. En descendant le Tiété, qui, dans cette partie, se dirige sensiblement à l'O., on voit ces roches former des escarpements sur les deux rives de la rivière. Au-delà de Porto-Félis, ce ne sont plus des escarpements, mais de vastes plateaux élevés de 200 à 300 mètres au-dessus du lit de la rivière, et dont les pentes rapides laissent voir une nouvelle série de roches qui vient recouvrir ces assises de grès et de psammites. Les couches les plus inférieures sont encore des psammites, mais se distinguant de ceux qui s'étaient montrés jusque là, par la présence du calcaire qui sert de ciment aux parties arénacées. Des calcaires schistoïdes, contenant toujours une assez grande quantité d'argile, reposent sur ces premières couches, et sont eux-mêmes remplacés par des calcaires compactes, siliceux, enveloppant des masses de silex, tantôt semblables à ceux de la craie, tantôt fibreux, de manière à imiter des bois fossiles. Ces calcaires forment plusieurs couches alternant avec des argiles schisteuses, et sur quelques points avec des schistes assez fortement chargés de matières bitumineuses pour être inflammables.

A ces roches stratifiées, il faut joindre des diorites compactes, qui se montrent abondamment dispersées à leur surface, tantôt formant de longues lignes de collines, tantôt de simples mamelons d'où la matière semble s'être épanchée à la manière des basaltes, formant de larges nappes qui recouvrent les dernières couches des calcaires, soit siliceux, soit schistoïdes. Un fait de ce genre se

remarque dans les environs de Tatui, où les eaux qui se précipitent d'une cascade ont miné les couches de calcaire qui se trouvaient au-dessous du diorite, tandis que celui-ci, beaucoup plus résistant, a formé une espèce de toit. Le calcaire qui se trouve immédiatement au-dessous a complétement changé de nature; il est devenu d'un gris foncé, sonore, et se trouve traversé par de nombreuses veines de calcaire spathique. Cette altération ne s'est pas propagée à une grande distance: à 8 décimètres ou 1 mètre, le calcaire reprend sa première teinte d'un blanc jaunâtre, et sa texture terreuse. Ces roches, que j'ai reconnues jusque sous le 27° de latitude australe, forment de vastes plaines désignées sous le nom de Campos-do-Sul. Le grès, alternant quelquefois avec des argiles schisteuses, occupe les parties inférieures, tandis que les calcaires forment des plateaux isolés et placés sur des lignes courant de l'E. à l'O.

C'est à ces grès, qui constituent au Brésil la partie inférieure de la formation phylladienne, que se rapportent tous les gîtes diamantifères. Le Cerro-Frio, la Serra de Grammagoa, dans le nord, et la Serra de la Curitiba au sud, ne présentent point d'autres roches; il paraît même que cette substance, si rare, a été trouvée en place dans les grès de la Serra de Grammagoa. Mais laissant de côté cette circonstance, qui a besoin de vérification, une foule de faits divers tendent à faire regarder ces grès comme la véritable gangue du diamant. Ainsi, de toutes les rivières du S. de la province de Saint-Paul, celles-là seulement qui coulent sur les grès ont des sables diamantifères; le Rio Guarahi entre autres présente une observation qui me paraît tout-à-fait concluante. Pendant environ 1 lieue 1/2, cette petite rivière coule sur des calcaires ou des argiles schisteuses supérieurs au grès; elle franchit un peu plus loin un escarpement où elle forme plusieurs cascades, coupant, sur une étendue de 1,000 à 1,500 mètres, les diverses couches des grès et psammites; et c'est seulement après ces cascades que l'on commence à trouver les diamants.

Les terrains tertiaires doivent se diviser en deux groupes: les uns, placés le long de la côte, à l'embouchure des fleuves ou dans le fond des golfes, sont presque entièrement formés de couches marines; les autres, occupant quelques plaines de l'intérieur, ne présentent que des couches argileuses et sableuses, dans lesquelles il m'a été impossible jusqu'à présent de reconnaître aucun fossile.

Le premier de ces bassins, sur lequel je n'ai fait que jeter un coup d'œil rapide, se montre dans la province de Sergèpe, et

paraît s'étendre jusqu'à l'embouchure du Rio San-Francisco, d'une part, et de l'autre jusqu'auprès de Bahia, où se trouve un second bassin tertiaire, qui n'est séparé du précédent que par un long plateau gneissique ayant de 1 lieue à 1/2 lieue de large.

Le terrain tertiaire des environs de Bahia forme d'abord plusieurs îles dans la baie de Saint-Salvador, dont l'une, l'île d'Itaparica, a près de 10 lieues de long; les autres, beaucoup plus petites, occupent le fond de la baie, où elles forment un petit archipel. Un grès verdâtre, alternant avec des couches sableuses, forme seul toute cette partie; ces couches sont redressées, plongeant vers le N., sous un angle de 5 à 6°, et renferment quelques Huîtres, tandis que le grès contient beaucoup de Cythérées, qui m'ont paru être les mêmes que celles qui se trouvent dans un grès semblable, dont les couches se forment journellement à une petite distance de là dans l'anse d'Itabagipe. Ces formations disparaissent à l'O., sous des mangliers qui occupent tout le pourtour de la baie, et au-delà l'on rencontre des collines formées de marnes bleues, alternant avec des calcaires marneux, à cassure conchoïde, entièrement semblables à ceux de la Limagne d'Auvergne. Ce terrain de marnes et de calcaire forme la vaste plaine circulaire connue sous le nom de Recoucave, et vient se terminer contre les couches relevées de la formation phylladienne.

Le bassin de la Parahiba, près Campos, m'a présenté des couches analogues, mais qui m'ont paru plus récentes, et se rapprocher de celles d'Itabagipe.

Les terrains du second groupe forment deux bassins placés sur le prolongement l'un de l'autre, et séparés par un intervalle qui n'a pas plus de 4 à 5 lieues. Le premier occupe la vallée supérieure de la Parahiba, à une hauteur absolue de 5 à 600 mètres, s'étendant depuis les environs de Resende jusqu'à Jaçarahi. Il se compose d'argiles panachées rouges et blanches, alternant avec des couches de galets quarzeux, et quelques couches beaucoup plus minces d'argile jaune; le tout dans une position sensiblement horizontale. Ce terrain paraît n'avoir éprouvé d'autre altération que des dénudations partielles; il occupe le fond de la vallée comprise entre la Serra de la Mantiqueira et les divers groupes de la cordilière maritime.

Le second bassin est un peu plus large, mais beaucoup moins long; il commence à l'E. de Magi-das-Crusas, dans des marais où le Tiété prend sa source, et, longeant la base des montagnes, s'étend un peu au-delà de Saint-Paul. Il a été coupé par

le Tiété, et présente de part et d'autre de cette rivière des escarpements de 40 à 50 mètres. La coupe la plus complète s'observe sur le plateau même où se trouve la ville de Saint-Paul; à la partie la plus basse et jusqu'au-dessous d'une rivière qui va se jeter dans le Tiété, on remarque une couche d'argile jaune très fine, dont la partie visible a une épaisseur de 5 à 6 mètres. Elle est recouverte par une argile lie-de-vin, légèrement sableuse, dans laquelle on voit de minces couches d'un grès ferrugineux à gros grain. Cet ensemble de grès et d'argile a de 14 à 18 mètres Enfin, une puissante couche d'un sable légèrement argileux, gris verdâtre, vient terminer ce terrain. Malgré de minutieuses recherches, et les promesses que j'avais faites aux ouvriers qui exploitent ce sable, je n'ai pu me procurer aucune trace de restes organisés. Ces terrains se trouvent donc entièrement indéterminés sous le point de vue paléontologique; toutefois leur analogie avec les sables ou grès ferrugineux qui recouvrent les plateaux de Bahia me fait penser qu'ils sont d'une époque postérieure au terrain marin qui se trouve à la base de ces mêmes plateaux. Pour compléter cet aperçu rapide sur les terrains du Brésil, il me reste à dire un mot des mouvements qui sont venus changer le relief du sol. Toutes les montagnes des provinces que j'ai parcourues m'ont paru se rapporter à deux systèmes. Les plus anciennes présentent des couches courant du S.-O. un peu O. au N.-E. un peu E. Ce premier soulèvement, qui a surtout affecté l'étage du gneiss et des talcites phylladiformes, se trouve en rapport avec l'apparition de granites à grain fin, d'un gris bleuâtre, qui quelquefois forment l'axe de ces montagnes.

Le second soulèvement, postérieur aux grès et phyllades, et, selon toute apparence, contemporain de l'émission de diorites compactes, a eu lieu sur des lignes courant E.-O. C'est à lui que se rapportent les montagnes les plus élevées du Brésil, telles que l'Itacolumi, la Serra du Caraça, et les nombreux plateaux qui, dans le S., s'étendent du milieu des Canpos depuis Sorocaba jusqu'à la Curitiba. Il paraît en outre avoir modifié les chaînes gneissiques qui avoisinent la côte, et déterminé dans les lignes de faîte une élévation graduelle du N. au S., ainsi que cela s'observe dans les montagnes des Orgaos et le groupe de la Tijuca.

M. J. Desnoyers communique les observations suivantes *sur l'existence des brèches osseuses et des cavernes à ossements dans le bassin de Paris, et plus particulièrement sur un nou-*

veau gisement d'ossements de mammifères fossiles à Montmorency.

Il est peu de phénomènes géologiques plus connus et plus dignes en effet d'examen, que celui des *brèches osseuses*, à ciment calcaire ou argileux, qui remplissent les fentes et anfractuosités diverses des roches calcaires du littoral de la Méditerranée ; on les y retrouve sur tout son pourtour, avec les mêmes circonstances de gisement et avec les débris des mêmes espèces de mammifères fossiles. Après les avoir considérées comme exclusivement propres au bassin méditerranéen, on ne tarda pas à en reconnaître des traces sur d'autres points de l'Europe. En France, M. Duvernoy, des premiers, en constata l'existence dans le département du Doubs. M. Brongniart montra aussi de la manière la plus évidente que les brèches ferrugineuses qui remplissent les fentes du calcaire du Jura étaient un phénomène presque entièrement analogue à celui des brèches calcaires ossifères ; et depuis, en effet, on y a reconnu sur différents points de l'Allemagne de nombreux ossements de mammifères terrestres.

D'un autre côté, les géologues qui ont étudié à la fois les brèches et les cavernes à ossements, ont reconnu entre ces deux phénomènes l'identité la plus parfaite. Souvent, en effet, les tuyaux verticaux, ouverts à leur partie supérieure, qui ont introduit les ossements et les dépôts de transport dans les cavernes ou fentes horizontales, sont encore remplis des mêmes limons, des mêmes ossements ; et fréquemment aussi on retrouve dans les cavernes de véritables brèches osseuses cimentées par le calcaire stalagmitique, si habituel dans les fissures verticales. L'absence ou la présence du ciment, la diversité de couleur et de nature de la pâte calcaire, limoneuse, ou sableuse, ne sont que des caractères tout-à-fait accidentels, à tel point qu'on a été souvent embarrassé d'attribuer aux cavernes ou aux brèches certains gisements d'ossements fossiles, tels que ceux de Brengue, dans le département du Lot, et de Fouvent, dans la Haute-Saône.

Jusqu'ici, ces deux sortes de gisements d'ossements de mammifères terrestres, postérieurs aux terrains tertiaires, n'avaient point été positivement constatés dans le bassin de la Seine, où les ossements fossiles des terrains de transport des vallées et des plateaux ont été cependant fréquemment observés.

Il était évident que, si quelques circonstances de la structure du sol parisien offraient de l'analogie avec les fentes et les cavernes à ossements, ce devait être les puits naturels remplis de

graviers et de limons qui ont été signalés depuis long-temps par M. Brongniart, qu'on y observe sur une foule de points, mais plus particulièrement à la surface du calcaire, et dont les travaux actuels des fortifications offrent des exemples si remarquables. Déjà même on avait trouvé, à Meudon, dans une fente de la craie, des fragments de bois de cerf, trop mal conservés cependant pour que M. Cuvier cherchât à en reconnaître l'espèce, et pour que ce fait isolé suggérât l'idée des brèches osseuses.

Pour arriver à démontrer une analogie certaine entre ces différents phénomènes, il était nécessaire de rencontrer dans les anfractuosités du sol parisien un amas d'ossements d'espèces diverses, assez nombreuses, assez bien conservées pour qu'on pût constater, sous le point de vue zoologique, entre eux et ceux des brèches et des cavernes les mêmes analogies qui existent en réalité, dans le mode de dépôt, entre ces différentes sortes de gisements.

La colline de Montmorency présentait les circonstances les plus favorables pour une découverte de ce genre, et c'est là, en effet, que, dans l'une des nombreuses fissures dont le gypse de cette colline est pénétré, j'ai pu constater un fait décisif à cet égard, fait d'autant plus intéressant que tous les ossements réunis en si grand nombre dans la principale cavité où je les ai recueillis ne peuvent avoir subi de remaniement postérieur ni de mélange d'espèces d'époques différentes.

Depuis long-temps M. Constant Prevost avait été conduit par l'étude des terrains parisiens, et par l'examen de plusieurs des cavernes à ossements les plus célèbres, à considérer comme analogues à celles-ci la plupart des anfractuosités qui traversent le sol des environs de Paris. Après nous être communiqué mutuellement les résultats de nos observations, nous avons cru utile de les réunir dans un travail dont nous nous occupons en commun, et que nous ne tarderons pas à communiquer à la Société. Nous nous bornerons aujourd'hui à décrire le gisement de Montmorency.

Cette colline, comme la plupart de celles des environs de Paris, est composée, depuis sa base, au niveau de la plaine Saint-Denis, ou plutôt de la partie N.-O. de cette plaine, qui a reçu le nom de Vallée-de-Montmorency, c'est-à-dire à 25 ou 30 mètres au-dessus de la Seine, jusqu'à son sommet, qui s'élève de 170 mètres environ au-dessus de ce même point, est composée, disons-nous, de gypse, des marnes du gypse, des sables marins supérieurs et de l'argile à meulières la plus récente. Le gypse, partout où il est exploité sur les flancs de cette colline, présente de nom-

breuses dislocations et des éboulements, indiquant une sorte de faille ou d'*under-clif;* les eaux, profitant des fissures produites par les dislocations, s'y sont introduites, les ont agrandies en les corrodant en tous sens, en y formant des puisards et des sillons, dont les uns sont larges et profonds de 12 à 15 mètres, et se terminent en véritables cavernes horizontales, et dont les autres entament à peine la superficie des bancs gypseux.

C'est surtout dans les joints de dislocation que des eaux douces, la plupart intermittentes et torrentielles, ont déposé successivement, et sans doute pendant un très long intervalle, les sédiments de transport qu'on y rencontre souvent en assises puissantes. Ces dépôts, qui alternent parfois entre eux dans ces cavités, ou qui plus rarement les remplissent chacun à part, consistent surtout en sables, en petits galets, en fragments de meulières, en argile limoneuse, assez analogue au loess des vallées, en marnes du gypse et en argiles de meulières évidemment remaniées, quoique leur texture soit extrêmement fine. Ce remaniement est rendu incontestable par la présence d'un grand nombre de coquilles terrestres, Hélices, Puppa, Cyclostomes, analogues aux espèces encore vivantes dans les environs. Avec ces sédiments, déposés mécaniquement, et dont il est facile de constater l'origine, alternent souvent des concrétions de travertins calcaires, tantôt poreux et légers, tantôt durs et cristallins, comme les stalagmites des cavernes, et comme le ciment des brèches osseuses.

C'est sur la pente S.-O. de la colline, dans une de ces fissures verticales, entièrement remplie jusqu'à son ouverture supérieure en forme d'entonnoir, par des lits presque alternatifs de limons argileux et de sables, que se trouvaient enfouis, en nombre très considérable, des ossements de mammifères terrestres, se rapportant à près de vingt espèces et à plus de trois ou quatre cents individus.

La cavité que j'ai pu étudier dans une hauteur de plus de 12 mètres, par suite de l'enlèvement successif des matériaux qui la remplissaient, et de l'exploitation de la masse gypseuse environnante, était généralement large de 1 mètre à 1 mètre 1/2; les bords en étaient singulièrement irréguliers et ondulés; en s'approfondissant, elle se divisait en un grand nombre de canaux sinueux dirigés dans tous les sens, quelques uns même horizontaux, tantôt se terminant dans la masse du gypse, tantôt se réunissant à de grandes fissures qui traversent le gypse dans toute son épaisseur, mais qui sont fort étroites, comparativement aux dimensions du puisard.

Les parois de cette sorte de cheminée, qui coupe perpendiculairement les bancs de gypse, assez réguliers et horizontaux en cet endroit, étaient dans toute leur hauteur profondément corrodées, suivant le plus ou moins de dureté des bancs; les ramifications sinueuses latérales sont plus nombreuses dans le banc le plus tendre, qui se trouve être l'un des plus inférieurs de la haute masse gypseuse.

Le limon argilo-sableux qui remplissait cette cavité contenait des fragments de gypse corrodés, mais non roulés, de petites concrétions de sulfate et de carbonate de chaux, de petits cristaux lenticulaires de gypse en si grande abondance, que le limon en paraissait être quelquefois presque entièrement composé, et qu'il s'en trouvait jusque dans l'intérieur des plus petits crânes; outre ces cristaux, on voyait aussi des amas de gypse niviforme, provenant de la désagrégation du gypse des parois.

A ces débris de la roche environnante se joignaient des fragments de silex meulière, généralement petits, mais dont quelques uns atteignaient près de 1 décimètre de diamètre, de petits galets provenant des sables marins supérieurs, et des plaques de marne du gypse. Ce dépôt de transport ne différait pas d'ailleurs dans son ensemble de celui qui remplit les nombreuses cavités de tout le pourtour de la colline.

Le ossements y étaient en général déposés par petits amas, alternant plusieurs fois avec des lits sablonneux qui en étaient entièrement dépourvus, mais sans aucun autre ordre de superposition, si ce n'est que les ossements des plus grandes espèces, Cheval, Cerf et Renne, se sont trouvés dans la partie supérieure, et que ceux des plus petites ont pu seuls pénétrer dans les canaux latéraux, jusque dans les plus étroits et les plus profonds.

Les os des petites espèces ne sont pas plus roulés que ceux des plus grandes; ils sont dans le plus parfait état de conservation, et doivent à l'argile qui les enveloppait d'avoir gardé la plus grande partie de leur gélatine, circonstance analogue à celle que M. Buckland a remarquée pour les os fossiles de la célèbre caverne de Kirkdale. Le plus souvent les os des squelettes étaient séparés et disséminés; mais on pouvait aussi reconnaître plusieurs squelettes presque entiers, et dont les os étaient à peu près encore dans leur position naturelle. Évidemment ils n'ont point été transportés de loin, mais successivement introduits par des eaux torrentielles, passagères et intermittentes.

Avec les ossements se trouvaient en assez grand nombre plusieurs espèces d'Hélices et une espèce de Puppa, analogues aux

espèces vivant dans les environs; fait semblable à ce qui a été observé dans les principaux gisements des cavernes et des brèches ossifères.

Voici un aperçu général de l'ensemble de ces ossements fossiles, dont nous examinerons plus minutieusement dans notre travail général les déterminations spécifiques.

Carnassiers insectivores. — *Musaraigne.* Deux espèces à dents colorées en rouge, l'une tout-à-fait analogue à la Musaraigne Carrelet (*Sorex. tetragonorus*), l'autre à la Musaraigne de Daubenton; toutes deux ont déjà été trouvées fossiles dans les brèches de Corse et de Sardaigne, et dans les cavernes de la province de Liége. (Assez abondante.)

Taupe. L'espèce vulgaire, trouvée dans les mêmes cavernes, dans celles de Kirkdale, de Saint-Macaire, et dans les riches dépôts de Sansans (Gers) et de Perriers en Auvergne. (Abondante.)

Hérisson. Espèce qui ne paraît pas différer de l'espèce de nos pays. (Rare.)

Carnassiers carnivores. — *Blaireau*, *Belette*, *Putois*, *Marte.* Ces quatre genres sont représentés par un petit nombre d'ossements qui n'offrent pas de différences avec les espèces vivantes de notre pays.

Rongeurs. — *Campagnol.* Quatre espèces, dont deux de grande taille, analogues au Schermaus ou au Rat d'eau, et une autre assez analogue au petit Campagnol commun. C'est l'un des genres dont les débris sont les plus abondants dans cette cavité; on a fait la même remarque pour les brèches osseuses de la Méditerranée, pour la caverne de Kirkdale, et pour celles des environs de Liége. Les débris du Rat d'eau (*Hypudœus amphibius*) étaient en quantité tellement innombrable dans la caverne de Kirkdale, qu'à peine pouvait-on, dit M. Buckland, trouver une portion de limon qui n'en fût lardée.

Hamster. Une espèce de grande taille, qui ne paraît pas différer de l'espèce répandue depuis l'Alsace jusqu'en Sibérie, mais qu'on ne connaît point vivante plus à l'O. (Assez commune.)

Un fait remarquable est l'absence, dans ce dépôt, d'espèces du genre Rat proprement dit, le Rat noir et le Surmulot, qui n'ont été introduits dans l'Europe occidentale que depuis une époque comparativement très moderne.

Spermophile (Citillus). Les espèces vivantes de ce genre, voisin des Marmottes (*Arctomys*), sont confinées dans les régions septentrionales de l'ancien et surtout du nouveau continent: on n'en connaissait encore de fossiles qu'un seul crâne incomplet, trouvé

par M. Kaup dans le gisement d'Eppelsheim, célèbre par les débris de Dinotherium, de Mastodonte et d'autres grands mammifères de races éteintes. L'espèce de Montmorency, dont j'ai trouvé plus de douze crânes presque intacts, avec une quantité considérable d'autres ossements, paraît être tout à-fait analogue à celle d'Eppelsheim, que M. Kaup a nommée *Spermophilus superciliosus*. L'espèce vivante, dont elle se rapproche le plus est le *Spermophilus Richardsonii* de l'Amérique septentrionale.

Lièvre. Une espèce de grande taille dont le crâne est bien plus large et plus aplati que dans l'espèce commune. On sait que des ossements de lièvre se retrouvent dans presque toutes les cavernes, confondus avec les os d'ours et d'hyènes, et qu'ils sont aussi très communs dans les brèches osseuses de la Méditerranée.

Lagomys. Deux espèces, dont l'une de la taille du *Lagomys ogotona*, et l'autre du *Lagomys pusillus*, la plus petite espèce connue. La présence de ce genre parmi les ossements de mammifères fossiles des environs de Paris est peut-être le fait le plus curieux de ce nouveau gisement, puisque les débris de Lagomys sont les plus caractéristiques des brèches de Corse et de Sardaigne, et qu'on n'en connaît plus d espèces vivantes que dans l'Asie septentrionale. (Assez rare.)

Pachydermes. — *Sanglier*. Dents. (Rare.)

Solipèdes. — *Cheval*. Une mâchoire presque entière, la plus grande partie d'un squelette. Les ossements de chevaux se retrouvent dans presque tous les gisements de mammifères fossiles postérieurs aux terrains tertiaires.

Ruminants. — *Renne*. Bois et ossements d'une espèce analogue au Renne fossile d'Étampes, et dont les débris se sont retrouvés dans une foule de localités de France et de Belgique.

Cerf. Ossements d'une espèce de taille moyenne.

Avec ces ossements de mammifères se trouvaient confondus des ossements d'oiseaux d'une espèce très voisine de notre *Râle d'eau* commun, et de nombreux débris de Batraciens de la taille de la grenouille ordinaire.

Cette liste, quoique fort incomplète encore, suffit pour établir une analogie évidente avec l'ensemble zoologique des brèches osseuses de la Méditerranée, de même que le mode de gisement montre l'identité la plus certaine.

M. Constant Prevost ajoute qu'aux environs de Paris, comme dans les contrées plus ou moins éloignées où des ossements de mammifères ont été rencontrés soit dans les anfractuosités intérieures du sol, soit à sa surface, il faut distinguer des dépôts de

plusieurs âges. Ces dépôts ont été produits par des causes de même genre, mais locales et successives. Il croit, par exemple, que les ossements fossiles dont le gisement vient d'être décrit par M. Desnoyers n'ont pas été enfouis à la même époque ni avec les mêmes circonstances particulières que ceux qui ont été trouvés par M. Duval entre la barrière d'Italie et Bicêtre dans les alluvions supérieures au plateau calcaire (1); il en est probablement de même de ceux recueillis antérieurement à Sèvres, et plus certainement encore des os de cerfs, de chevaux, de bœufs, etc., qui se voient dans la vallée actuelle de la Seine, auprès d'Ivry, avec des produits de l'industrie humaine. Un des résultats que MM. Constant Prevost et Desnoyers espèrent obtenir des recherches qu'ils ont entreprises en commun, sera de reconnaître les âges relatifs, et d'établir pour ainsi dire la filiation de ces divers dépôts ossifères; jusqu'à présent on peut dire que tous concourent, lorsque l'on tient compte des circonstances qui caractérisent le mode de leur formation, à démontrer que les animaux dont ils renferment les débris n'ont pas été victimes d'une catastrophe commune et violente, mais qu'ils ont péri et ont été enfouis successivement par des causes semblables à celles qui, encore chaque jour, donnent lieu autour de nous à de pareils phénomènes.

M. Constant Prevost annonce que les tranchées actuellement ouvertes autour de la capitale fournissent des documents très importants pour le sujet dont il s'occupe avec M. Desnoyers; il cite aussi parmi les membres de la Société qui se sont empressés de mettre à leur disposition les renseignements qui pouvaient leur être utiles, M. Duval, qui leur a remis la liste suivante des ossements qu'il a trouvés dans la localité précédemment décrite par lui.

Eléphant : *côte et portion de bassin, fragments de dents;* Cerf : *bois;* Bœuf : *plusieurs os et dents;* Rhinocéros : *os du carpe et dent molaire;* Chevrotin : *très petite espèce, portion de tibia;* Blaireau : *mâchoire et plusieurs os;* Cochon ou Sanglier : *dents;* Tigre ou Lion : *dent carnassière;* Cheval : *mâchoire;* Rongeurs : *dents et vertèbres de plusieurs espèces très petites (Campagnol);* Oiseau : *os de gallinacés; Os de Batraciens, Lézards, Serpents;* Coquilles : *Helix, Paludines, Bulimes, Cyclostomes, Lymnées, Cyclades.*

M. Jules Itier donne lecture d'un mémoire sur la forma-

(1) *Bulletin de la Société géologique*, t. XI, p. 302. Année 1840.

tion néocomienne dans le département de l'Ain. Après avoir tracé la disposition orographique de la partie méridionale de la chaîne du Jura comprise dans ce département, l'auteur montre que la formation néocomienne occupe le centre des vallées longitudinales, dont elle a exhaussé le sol par des dépôts successifs. Ses diverses couches vont en s'amincissant s'appuyer le plus ordinairement au N.-O. sur le troisième étage jurassique, tandis qu'au S.-E., elles buttent contre les couches brisées de l'étage moyen. Ce fait fournit à lui seul la démonstration la plus complète des changements considérables qui se sont produits à la surface de la terre, entre le dépôt du dernier terme de la série jurassique et celui de la formation néocomienne.

Les croupes allongées des montagnes qui séparent les vallées longitudinales du Jura constituaient au milieu de la mer néocomienne un archipel d'îles ou de presqu'îles étroites. Les côtes de ces îles au S.-E formaient des plages basses et des hauts-fonds, tandis qu'une mer profonde baignait les escarpements à pic du N.-O. On retrouve encore sur une foule de points les traces évidentes du rivage de la mer crétacée ; ils se sont transmis jusqu'à nous dans un tel état de conservation qu'il semblerait que la mer les a quittés de nos jours. La localité la plus remarquable sous ce rapport, et que cite M. Itier, est le versant de la montagne qui domine au N.-O. le Val-Romey. On observe, dit-il, au-dessus de Charençin et jusqu'auprès de Ruffieux, une ligne inclinée aujourd'hui vers le N., mais qui était certainement de niveau avant la faille transversale qui a escarpé le pied du mont Colombier. Cette ligne, où le flot de la mer crétacée apportait pêle-mêle, avec les fragments de la roche qu'il battait, de nombreux débris de Coquilles, d'os de Poissons, et d'une foule de Zoophytes, habitants ordinaires des rivages peu profonds, tels que les Coraux, les *Explanaria*, les *Achilleum*, les *Scyphia*, les Manon; cette ligne, disons-nous, est marquée par une multitude d'Huîtres adhérentes au rocher de formation jurassique, qui constituait le fond de cette mer, comme aussi par une suite de trous que ce même rocher a conservés et qui sont dus à des mollusques lithophages

dont on retrouve encore le test dans les alvéoles pratiquées par ces animaux.

Après avoir cité les diverses localités où se montre la formation néocomienne et dont la plus remarquable est la vallée du Rhône, et dans cette vallée, le lieu dit *la perte du Rhône*, où la formation du grès vert inférieur (gault) repose en stratification concordante sur les couches supérieures du terrain néocomien, M. Itier se livre à une étude approfondie de l'ensemble de cette formation, à laquelle il assigne une puissance de 300 mètres environ dans le département de l'Ain. Pour en faciliter l'étude, il la divise en trois groupes :

1° Le *groupe supérieur*, qui se compose d'un nombre indéterminé d'assises de calcaire blanc ou gris-blond clair, tour à tour subcrayeux et compacte analogue au calcaire à *Chama ammonia* d'Orgon (Provence), et contenant dans certaines parties des fossiles, dont les principaux sont : *Disceras*, Caprines, *Hypurites neocomiensis*, *Chama ammonia*, *Astrea*, *Tubulepora*, *Meandrina*, *Pholladomia langii*, etc., etc.

2° Le *groupe moyen*, souvent composé, à sa partie supérieure, d'oolithe blanche et jaune parfaitement caractérisée, ainsi que de calcaires jaunes et de diverses autres couleurs, quelquefois miroitant, pénétré fréquemment de grains de fer hydrosilicaté qui lui donnent un aspect verdâtre et contenant des boules de quarz géodique. Les fossiles les plus remarquables sont : *Pecten quinquecostatus*, *Spatangus retusus*, *Exogyra sinuata*, *Exogyra Couloni*, *Exogyra columba*, *Terebratula depressa*, *Cytherea plana*, *Ptycomya*, *Astrea*, *Serpula*, *Ammonitis clypeiformis*, etc.

3° Le *groupe inférieur* comprend les marnes bleues et grises à nodules calcaires ou bien arénacés, et quelquefois schistoïdes, alternant avec des calcaires jaunes et bleus compactes. Les principaux fossiles sont : *Pecten quinquecostatus*, *Spatangus retusus Trigonia caudata*, *Exogyra aquila*, *Exogyra curvirostris*, *Nautilus pseudo-elegans*, *Belemnites dilatatus*, etc.

A l'appui de ses descriptions, M. Itier donne quatre profils de coupes où l'on peut vérifier l'exactitude des observations de l'auteur.

M. Itier termine ce Mémoire par un rapprochement entre

les caractères du terrain néocomien du Jura et ceux de la même formation en Europe; il établit l'identité des divers terrains décrits sous ce nom, et en déduit l'étendue que la mer crétacée occupait immédiatement après la révolution qui mit fin au dépôt du terrain jurassique.

Séance du 18 *avril* 1842.

PRÉSIDENCE DE M. CORDIER.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le ministre de la marine :

1° Le *Voyage en Islande et au Groënland*, exécuté pendant les années 1835 et 1836 sur la corvette *la Recherche*, commandée par M. Tréhouart, lieutenant de vaisseau, dans le but de découvrir les traces de *la Lilloise;* publié par ordre du Roi, sous la direction de M. Paul Gaimard, président de la commission scientifique d'Islande et de Groënland. *Minéralogie et géologie*, par M. Eugène Robert, 1re et 2e parties, avec les 1re et 2e livr. d'un atlas particulier. *Physique*, par M. Victor Lottin, 1re et 2e parties. *Histoire de l'Islande*, par M. X. Marmier. *Histoire du voyage*, par M. Paul Gaimard. Le tout accompagné des 31 premières livraisons de trois atlas généraux. Paris, Arthus-Bertrand, éditeur.

2° *Voyage au pôle Sud et dans l'Océanie*, sur les corvettes l'*Astrolabe* et *la Zélée*, exécuté par ordre du Roi, pendant les années 1837-1840, sous le commandement de M. J. Dumont d'Urville, capitaine de vaisseau. *Histoire du voyage*, t. Ier, parties 1re et 2e, accompagné des 4 premières livraisons d'un grand *Atlas pittoresque* (*historique*), et de la 1re livraison de l'*Atlas d'histoire naturelle*. Paris, Gide, éditeur.

De la part de M. A. d'Orbigny, la 4e livr. de sa *Paléontologie française*.

De la part de M. Fournet, la *suite* de son *Mémoire sur la géologie de la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans*. In-8°, 78 pages.

De la part de M. H. Abich, ses *Geologische*, etc. (Observations géologiques sur les phénomènes et les formations volcaniques de l'Italie moyenne et inférieure.) Ier volume, 1re livraison, avec la 1re livraison d'un atlas in-folio. Brunswick, 1841.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, 1842, 1er semestre (t. XIV, nos 14 et 15).

Bulletin de la Société de géographie, n° 98.

Mémoire de la Société philomatique de Verdun, t. Ier, 1840.

Mémorial encyclopédique, n° 134, février 1842.

L'Institut, nos 432, 433.

L'*Écho du Monde savant*, nos 719, 720, 721, et table du IIe vol. de 1841.

The Athenæum, nos 754, 755.

The Mining Journal, nos 346, 347.

M. Michelin offre ensuite à la Société un très grand nombre d'échantillons de roches provenant de diverses courses faites par la Société pendant ses réunions extraordinaires.

M. de Wegmann lit les extraits suivants de lettres écrites de Vienne, par M. Boué, à M. Michelin et à lui-même.

« Le volume VII de la nouvelle publication périodique du *Ferdinandeum* pour le Tyrol et le Vorarlberg contient les deux articles suivants :

» 1° L'*Ascension au Fernerkegel et Habichtspitze* dans la vallée de Stubei, et la *mesure de ces deux pics*, *exécutée en* 1836 par le professeur Charles Thurwieser (2 vues).

» Le premier pic a 10,125 pieds d'élévation, et sa cime, composée de micaschiste, occupe un espace de 10 à 12 toises carrées. Le second pic a 10,053 pieds, et est composé des mêmes roches. (*N. Zeitschrift*, vol. I, p. 44 à 94.)

» 2° *Des Observations géognostiques et botaniques pendant un voyage dans la vallée d'OEtz* et celle de *Schnals*, avec une *carte*

géologique coloriée, par le Dr Michel Stotter et Louis de Heufler. (*N. Zeitschrift*, vol. VII, p. 95 à 137.)

» L'OEtzthal est la fente la plus profonde et la plus longue sur le revers septentrional des Alpes centrales du Tyrol, car elle a 16 lieues de longueur et n'a pas de valons latéraux. Elle est divisée en quatre étages jusqu'à Zwiegelstein. Ces divers gradins sont séparés par des buttes arrondies, parmi lesquelles celle qui est entre OEtz et Umhausen est composée de gneiss, tandis que les montagnes voisines n'offrent que du micaschiste. Ces proéminences arrêtant les eaux les ont forcées de déposer derrière elles plus ou moins d'alluvions de cailloux, de sable et d'argile. Les montagnes qui bordent cette vallée s'élèvent en grande partie au-dessus des neiges perpétuelles, et sont composées de micaschiste, de gneiss ou de granite. Depuis Braunau jusqu'à Umhausen domine le micaschiste; depuis là jusqu'au-delà de Langenfeld et de Huben, l'amphibolite constitue les montagnes le long de la vallée. Peu après Huben commence sur la rive droite de la vallée l'intéressant dépôt d'*Éclogite* grenatifère qui forme les deux bords de la vallée autour de Brand, et est lié au N. à des masses d'amphibolites schisteuses, et au S. à de l'amphibolite massive. Cette dernière variété forme surtout les côtés de la vallée, au N. de Kaisers, tandis que l'amphibolite schisteuse domine entre Kaisers et Zwieselstein, où recommence la grande formation du micaschiste qui compose aussi les montagnes autour de la vallée de Schnals, un affluent de l'Adige. Du gneiss apparaît dans ces roches, surtout au N. de Zwieselstein et à Ratteis dans la vallée de Schnals, séparée de celle de l'OEtz par la montagne du Nieder-Joch-Fern. Au contact du micaschiste et de l'amphibolite, il y a alternance. Une source hydrosulfureuse existe près de Huben.

» M. Partsch m'a parlé d'un M. Barande qui s'occupe de fossiles intermédiaires et dessine surtout au Musée les Orthocères. Il a dessiné en particulier la plaque qui, d'un côté, offre une belle Ammonite, et de l'autre un Orthocère; ce sont de ces morceaux du Salzbourg et de Dotis en Hongrie, dit-on, de ces *blocs erratiques* de Bronn, ou plutôt de ces pierres d'achoppement pour nos paléontologues du jour qui croient avoir tout vu

» Que pense M. Deshayes des analogues vivants dans la craie de d'Orbigny et d'Ehrenberg?

» Le mémoire de M. de Munster sur les fossiles de Saint-Cassian (*Beitræge zur Petrefactenkunde*, Cah. 4, 1840, avec 16 pl.) ne me satisfait que pour la paléontologie, mais non pour la partie géologique, qui n'est qu'effleurée par les docteurs Wissmann et Braun. Le

fait le plus curieux serait l'existence du calcaire carbonifère dans ces lieux et dans la vallée du Pusterthal, car on ne le reverrait plus à l'O. qu'en France, et plus à l'E. qu'à Bleiberg. Que de métamorphisme et de recouvrements cela suppose! Pour le reste des terrains de Saint-Cassian, ce n'est que le trias, les dolomies et des parties jurassiques tout-à-fait inférieures; quatre dépôts qu'on connaît suffisamment dans tout le Tyrol méridional, le Véronais, le Vicentin, le Cadore et le Frioul. M. de Rosthorn nous disait, il y a peu de semaines, que ces mêmes bancs secondaires moyens coquilliers pouvaient se suivre de Saint-Cassian jusqu'en Carinthie.

» M. Haidinger a rassemblé un grand nombre de cartes géologiques manuscrites de toute la monarchie autrichienne, et nous donnera l'*an prochain* sa carte générale de l'empire.

» M. *Partsch* va en Scandinavie au mois de juin. Le voyageur au Yucatan, M. *Friedrichsthal*, notre compagnon dans notre première excursion en Turquie, est mort il y a huit jours. L'homœopathie et le daguerréotypage de ruines nous ont enlevé ce jeune homme, zélé comme il y en a peu.

» Que M. de Munster et ses amis les paléontologues s'étonnent de trouver dans le trias, le muschelkalk, et même dans les assises inférieures jurassiques de ce revers des Alpes, des fossiles nouveaux à côté d'anciennes connaissances, c'est pour nous la chose la plus naturelle du monde. Si ces messieurs se plaisent dans leur cercle d'amis anciens, nous, nous rechercherons de préférence ceux auxquels des intrus, des figures hétéroclites, donnent un intérêt particulier, et qui approchent ainsi bien plus de l'incessante variété de la nature, suivant la diversité des zones et des climats, et les différentes expositions et positions. La géologie serait bien vite connue, si tous les dépôts du monde avaient les mêmes accidents et les mêmes fossiles. Après le voyage à un de ces Eldorado géologiques, on n'aurait plus qu'à retourner chez soi, et s'apitoyer sur ceux qui vont courir les mers et braver des dangers de tous genres pour ne voir que du réchauffé. Tout ce dont M. de Munster et ses amis peuvent être assurés, c'est que ces formes qui les surprennent, ces coquillages qu'ils décrivent, figurent et baptisent, se retrouvent dans tous les pays où j'ai indiqué les dépôts anologues à Saint-Cassian. Cet endroit n'est qu'un point d'une vaste mer; mais vu sa position d'anse, il s'y est produit des sédiments où les coquillages ont pu, non pas tant se mieux conserver qu'ailleurs, que permettre aux paléontologues et à leur plus fidèle associé, la *décomposition*, de présenter aux yeux du plus myope les plus jolies choses du monde. (Voyez ce qu'en dit M. Geslin.)

» Vous avez sans doute les *Beitræge zur Petrefactenkunde*, ou Mém. de Paléontologie du comte de Munster, Cah. 1, 1839, 18 pl.; cah. 2, 1839, 29 pl.; cah. 3, 1840, 20 pl.; cah. 4, 1841, 16 pl., in-4°.

« Je crois rendre service à la Société en lui recommandant l'ouvrage récent de M. Glockner, intitulé : *Ueber den Jurakalk*, etc. (Sur le calcaire jurassique de Kurowitz en Moravie, et sur l'*Aptichus imbricatus* qui s'y trouve, avec un appendice sur la formation arénacéo-calcaire des deux rives de la Marche moyenne. [La Marche est une rivière de la Moravie.] Breslau, 1841, 4 pl. lithographiées.) L'auteur y décrit le coral rag jurassique de la Moravie, qui paraît placé sous le grès carpathique en sa plus grande masse, et ne forme qu'une bande mince liant le dépôt jurassique étendu de la Pologne avec le coral-rag de l'Autriche supérieure, à Ernstbrunn, etc., lieux situés très près du grès viennois des Alpes occidentales. L'aptichus y forme une roche de lumachelle, tant il y est abondant. — Je recommande également à nos collègues l'histoire des mines de sel de Wieliezka par Jean Nepom Hrdina, publié après la mort de l'auteur par son frère L Em. Hrdina, Vienne, 1841, in-8° avec 3 cartes et 12 vues pittoresques des points les plus remarquables dans l'intérieur de ces mines. M. E. Hrdina a joint à cet ouvrage une *description géognostique des terrains salifères et l'explication technique des procédés d'art employés dans les mines de sel.* — Un autre ouvrage également intéressant est celui intitulé : *Die Gebirgswelt*, etc. (*le Monde orographique, ou Description des montagnes de notre globe, sous le rapport de leur composition, de leurs formes, de leurs richesses minéralogiques, des mines, et des cavernes, des hauteurs relatives, etc., accompagné d'un Essai de climatologie et de recherches sur les productions naturelles de toutes les montagnes explorées*, par J.-A. Kirckel. Vienne, 1842, 2 vol. in-16, avec cartes. — L'auteur vise à donner dans cet ouvrage un résumé intéressant de tout ce qu'on connaît en géologie, en minéralogie et en métallurgie, ainsi que de l'art des mines, dans toutes les régions du globe. M. Russegger vient de publier à Stuttgard, chez Schweizerbart, la 1re partie du 1er volume de son voyage en Afrique et en Asie, sous le titre de : *Voyage en Afrique, en Asie, en Grèce, et dans diverses contrées de l'Europe, entrepris pour l'avancement des sciences naturelles* (Naturhistorische Reise, etc.), avec des cartes et des coupes, ainsi que des dessins d'histoire naturelle. La botanique y est traitée par M. Tenzl. Les cartes se lithographient à Vienne

au bureau topographique des ingénieurs-géographes d'Autriche. La collection des roches rapportées par M. Russegger est digne d'attention ; les roches du Taurus, secondaires et crétacées, comme dans les Alpes, m'ont vivement intéressé, de même que les nombreux échantillons de poissons fossiles du terrain crétacé du Liban, renfermés dans un dépôt qui paraîtrait se rapprocher de certains dépôts de poissons d'Albanie. M. Friedrichstall, le voyageur du Yucatan, a également rapporté beaucoup de richesses d'histoire naturelle. »

M. Boué termine en appelant l'attention de la Société sur la découverte faite par le comte Brunner d'un groupe primaire, gneiss et granite, sur les frontières de l'Esclavonie et de la Croatie, près de Chasma : ce groupe sert à lier les roches primaires des monts Büchergebierge dans la Styrie méridionale avec les dépôts semblables du Bannat. M. Haidinger, ajoute enfin M. Boué, a obtenu, par l'entremise du prince de Lobkowitz, ministre-président du département des Mines et de la Monnaie, que dans les coupes de terrains produites par les divers chemins de fer qu'on entreprend de toutes parts en Autriche, les ingénieurs seraient chargés de tenir note des accidents de terrains mis à découvert, de recueillir les curiosités, surtout les pétrifications fossiles, et de faire passer ces documents à M. Haidinger, chargé de la carte géologique générale de la monarchie autrichienne.

M. Leblanc offre à la Société des billets pour visiter les plans en relief des places fortes du royaume déposés à l'hôtel des Invalides ; il fait remarquer que celui de Belfort a été colorié géologiquement.

MM. Cordier et Bontemps présentent quelques observations sur l'intérêt que ces plans peuvent offrir, et sur la manière dont ils ont été disposés.

M. Pissis décrit un nouveau baromètre propre à mesurer la hauteur des montagnes, et dont il a fait usage pendant son séjour au Brésil.

Note sur un instrument pouvant remplacer le baromètre dans la mesure des hauteurs.

La difficulté de transporter le baromètre dans les lieux escarpés où le géologue est souvent obligé de faire des observations, et la fragilité de cet instrument, qui se trouve assez ordinairement hors

d'état de servir lorsqu'on est précisément arrivé sur le sommet d'une montagne, m'avaient fait rechercher depuis long-temps les moyens d'y suppléer. Après avoir essayé successivement divers instruments fondés, les uns sur les changements qu'éprouve le point d'ébullition des liquides à diverses pressions, les autres sur le principe de Mariotte, je me suis arrêté à celui-ci, qui paraît donner les résultats les plus exacts, si j'en juge d'après un grand nombre de mesures prises comparativement avec le baromètre et dans lesquelles les différences de pressions observées et calculées n'ont jamais dépassé $1^{mm},6$ pour des différences de niveau de plus de 1,000 mètres.

Description et manière de le construire.

La pièce principale est un tube thermométrique (*Voy.* p. 344, pl. IV, n° 1) terminé par une boule à parois très minces, recouverte d'une feuille d'or sur presque toute sa surface, et dont le diamètre est aussi cylindrique que possible. La boule, ainsi qu'une partie du tube, se trouvent remplies d'air sec, et le reste est occupé par du mercure. Celui-ci glisse à frottement dans un bouchon *cc*, qui ferme un autre tube beaucoup plus large, où se trouve également du mercure, et dont l'extrémité inférieure est aussi fermée et recouverte intérieurement d'une lame D de caoutchouc, sur laquelle vient s'appuyer l'extrémité du premier tube lorsque l'instrument ne fonctionne pas. Enfin, une ouverture *c*, placée dans le bouchon supérieur, sert à établir ou à interrompre la communication avec l'atmosphère, suivant qu'elle se trouve en contact ou séparée de l'obturateur B. Le premier tube est fixé invariablement, de manière à ce que le volume d'air, à une température et sous une pression déterminée, vienne se terminer au zéro de l'échelle. Le second glisse le long de cette échelle et peut, en sortant plus ou moins par l'ouverture E, prendre une position telle que le niveau du mercure soit le même dans la grande et la petite branche. Un curseur F sert à s'assurer de la coïncidence de ces niveaux, et en même temps à lire le point qu'ils occupent sur l'échelle graduée. Dans l'état de repos, le tube extérieur se trouve pressé par un bouchon à vis placé en E contre le tube intérieur, et la rondelle de caoutchouc intercepte toute communication. A côté se trouve un thermomètre à mercure, dont la boule est placée au même niveau, et presque en contact avec le réservoir d'air; enfin, elle est également recouverte d'une feuille d'or pour rendre toutes les conditions aussi semblables que possible.

D'après cette disposition, les accroissements du volume d'air se trouvent mesurés par la dépression du niveau du mercure au-dessous du zéro de l'échelle, qui se trouve divisée en millimètres; il importe donc de connaître le rapport du volume qui occupe une longueur de 1 millimètre dans le tube, à celui du volume total jusqu'à la division du zéro. Pour cela, on remplit la boule et le tube de mercure jusqu'à cette division, après avoir toutefois pesé l'instrument vide : on le pèse de nouveau, et la différence donne le poids du mercure; on en ajoute ensuite une nouvelle quantité jusqu'à ce qu'il s'élève, par exemple, à 12 millimètres au-dessus du zéro; une nouvelle pesée fait connaître le poids de cette colonne, et en en prenant le douzième, on a le poids du volume qui correspond à 1 millimètre, et par conséquent le rapport des deux volumes, de la boule et d'une division du tube correspondant à une longueur de 1 millimètre.

Pour introduire de l'air sec dans le tube, on achève de le remplir avec du mercure; on adapte à son extrémité un bouchon percé, qui, en lui donnant passage, sert en même temps à fermer l'orifice d'un flacon dans lequel se trouve du chlorure de calcium. L'appareil est laissé dans cet état pendant vingt-quatre heures, après quoi l'on fait tomber le mercure par de petites secousses, et l'air parfaitement sec vient en prendre la place. Il faut s'arrêter dès qu'il ne reste plus qu'une petite colonne de mercure à l'extrémité, et placer aussitôt l'instrument dans le grand tube qui doit le recevoir. Une partie de l'air est ensuite expulsé à l'aide de la chaleur, jusqu'à ce que le mercure s'élève à peu près à la trace de zéro; et l'on peut dès lors le fixer définitivement à côté du thermomètre, dans la petite boîte qui doit le recevoir.

Formule.

Pour appliquer les indications fournies par cet instrument à la mesure des hauteurs, représentons par V le volume de l'air contenu dans la boule jusqu'à la trace du zéro; par n' n le nombre de millimètres dont s'était abaissé le niveau du mercure à la station supérieure, et enfin par p et p' les pressions correspondant aux deux stations. Le volume correspondant à la pression p étant $V + n$, celui qui correspond à la pression p', sera $V + n'$; ce qui donnera, d'après la loi de Mariotte, $p' = \frac{V + n}{V + n'}$. Mais la température a dû nécessairement varier entre les deux stations;

il faut dès lors en tenir compte en apportant à la valeur de p' les corrections qu'elle nécessite. Soit pour cela t la température de l'air du réservoir à la station p, et t' cette température à la station p'; enfin, a le coefficient de dilatation des gaz; en introduisant ces quantités dans la formule précédente, elle devient: $p' = p \frac{(V+n)(1+at')}{(V+n')(1+at)}$, et peut dans cet état servir à calculer p' avec une approximation qui s'étend au-delà des erreurs d'observation, bien qu'on n'y ait pas tenu compte de la capillarité ni de la dilatation du verre (1).

Pour donner un exemple de ce calcul, je prendrai une observation faite en 1841 pour déterminer la hauteur du sommet de l'Itacolumi, au dessus de la terrasse du palais à Curo-Preto.

---

(1) D'après la manière d'observer, qui consiste à ramener le mercure au même niveau dans les deux tubes, la pression supportée par l'air est égale à la pression atmosphérique augmentée de la différence entre la dépression capillaire du tube enveloppé et de l'espace annulaire qui est occupé par le mercure du tube enveloppant. Soit c cette différence, la pression à la station inférieure sera $p+c$, et à la station supérieure $p'+c$. Substituant ces quantités dans la formule à la place de p et p', on a $p'+c=(p+c)\frac{(V+n)(1+at')}{(V+n')(1+at)}$; d'où l'on tire

$$P' = p\frac{(V+n)(1+at')}{(V+n')(1+at)} + c\frac{(V+n)(1+at')}{(V+n')(1+at)} - c.$$

L'erreur que l'on commet en employant la formule est donc

$$c\left(\frac{(V+n)(1+at')}{(V+n')(1+at)} - 1\right)$$

Supposons $t=t'$, et remplaçons $\frac{V+n}{V+n'}$ par $\frac{P'}{p}$, cette valeur deviendra $c\left(\frac{P'}{p} - 1\right)$. Pour un tube de 3 millimètres de diamètre et un espace annulaire de 2^{mm} on aurait $c = 0^{mm},9$, et l'erreur commise dans un intervalle où la pression se réduirait à moitié, c'est-à-dire pour une hauteur de plus de 5,000 mètres, serait de $0^{mm},5$.

Quant à l'erreur causée par la dilatation du verre, elle serait, pour une différence d'un degré, $\frac{V}{36600}$, ou, en la comparant à la pression, de $0^{mm},2$ pour une différence de 10 centigrades.

On avait à la station inférieure :

$$P = 666^{mm},6 ; \; T = 26^{o},4 , \; n = 142^{mm} ; \; V = 1333.$$

A la sation supérieure :

$$T' = 24^{o},8 ; \; n = 231^{mm}.$$

Substituant ces valeurs dans la formule, elle devient :

$$P' = 666^{mm},6 \; \frac{(1333 + 142)\,(1 + 0,004 \times 24,8)}{(1333 + 231)\,(1 + 0,004 \times 26,8)}.$$

Effectuant les calculs indiqués, on trouve $P' = 622,9$.

L'observation directe du baromètre, corrigée de la capillarité et de la dilatation du mercure, donnait $P' = 624,2$.

Les pressions indiquées par ces deux instruments différaient donc de $1^{mm},3$; ce qui donne à peu près une différence de 16 mètres sur une hauteur de 668. Cette erreur, bien qu'assez considérable en elle-même, ne s'écarte pas beaucoup de celles que l'on observe assez souvent dans deux baromètres placés au même niveau et dans la même localité.

Mode d'observation.

Cet instrument doit être placé dans une position à peu près verticale, le réservoir en haut. On dévisse alors le bouchon E, et l'on retire peu à peu le grand tube, jusqu'à ce que le niveau du mercure se trouve être le même dans celui-ci et le petit. En le laissant pendant quelques minutes dans cette position, le niveau change ordinairement, par suite de l'équilibre qui s'établit entre la température de l'air du réservoir et l'air extérieur; il faut attendre que ce changement ait entièrement cessé; on ramène alors les deux colonnes au même niveau en élevant ou abaissant un peu le grand tube, et après s'être assuré de cette coïncidence à l'aide du curseur F, on lit la température donnée par le thermomètre à mercure, et le point de l'échelle où s'est arrêté le niveau. Le tube est alors repoussé dans sa coulisse, le bouchon à vis replacé avec soin, et l'appareil transporté à la station supérieure, en ayant soin de tenir autant que possible le réservoir en haut, afin que le mercure ne s'y introduise pas. Si cela arrivait, il n'y aurait autre chose à faire qu'à replacer le réservoir en haut, et à donner quelques secousses pour faire retomber le mercure et chasser les petites bulles d'air qui intercepteraient la colonne. L'exactitude de ces observations dépend surtout du temps que l'on

y emploie; il faut ne pas se presser, et attendre que l'équilibre soit bien établi entre l'atmosphère et le réservoir, ou, en d'autres termes, que le niveau du mercure dans la petite branche soit devenu stationnaire depuis plusieurs minutes. Enfin, il importe de se placer à l'abri de tout courant d'air, soit en s'établissant derrière une roche ou tout autre objet opposé au vent.

La disposition de cet appareil permet d'accroître sa sensibilité presque à volonté; il suffit pour cela d'augmenter le volume du réservoir ou de diminuer le diamètre du tube. Toutefois, il ne faudrait pas espérer obtenir par là plus de précision, car les variations du volume d'air dépendent non seulement de la pression, mais encore de la température. Cette dernière agit même d'une manière plus étendue, puisqu'une différence d'un degré centigrade produit le même effet qu'une différence de pression de 3 millimètres Or, si l'on augmente le volume du réservoir, l'équilibre s'établit plus difficilement, et les chances d'erreur deviennent beaucoup plus grandes. Si l'on diminue le diamètre du tube, c'est alors la capillarité qui vient fausser les résultats. Il paraît beaucoup plus convenable de s'en tenir à une sensibilité égale à celle du baromètre ou un peu supérieure. Dans l'instrument qui m'a servi au Brésil, le diamètre du tube était d'à peu près 3 millimètres, et le rapport entre le volume total et celui compris dans un espace de 1 millimètre, de 1333. Chaque millimètre correspondait donc à 1/1333 de la pression, ou à environ $0^{mm},6$ du baromètre; la course était de 300 millimètres; il pouvait donc, au minimum, servir dans des localités différant de plus de 2,000 mètres; mais par le fait, il peut s'étendre à des hauteurs beaucoup plus grandes, la température diminuant à mesure que l'on s'élève, et chaque degré d'abaissement produisant une diminution de $4^{mm},9$; ce qui, en supposant une diminution d'un degré par 400 mètres, porterait l'intervalle mesurable à 2,800. En réduisant à moitié la sensibilité, on aurait des données aussi exactes et la possibilité de mesurer des hauteurs dépassant 5,000 mètres. Le thermomètre qui indique la température de l'air doit être gradué avec soin, et ses degrés assez étendus pour en apprécier exactement les fractions; car c'est de lui que dépend en grande partie l'exactitude du calcul. Celui dont je me servais était à mercure, contenant à l'extrémité un petit réservoir d'air, afin d'empêcher la colonne de se précipiter vers le bas, et chaque degré occupant 4 millimètres permettait d'apprécier jusqu'aux huitièmes; il était en outre muni d'un curseur pour éviter les erreurs dépendant de la parallaxe.

M. Cordier signale ensuite comme une cause d'erreurs, dans la construction et l'emploi des baromètres, la propriété hygrométrique dont jouissent les surfaces du verre.

M. Bontemps indique également celles qui résultent de l'oxidation du mercure en contact avec l'air atmosphérique, et pense que l'emploi d'un verre à base de potasse, ou flint, au lieu de verre à base de soude, tel que celui dont on se sert en France, et qui est très déliquescent, obvierait à plusieurs des inconvénients qui résultent de la facile altération du verre.

M. Martins fait remarquer aussi que de fausses appréciations peuvent résulter des différences de température souvent assez considérables, que marquent ordinairement le thermomètre libre et celui qui est joint au baromètre; car ces différences, dans l'instrument de M. Pissis, ne semblent pas susceptibles d'être corrigées aussi facilement, puisqu'il n'y a pas de thermomètre libre en contact avec le tube en verre de l'instrument.

Après quelques remarques de M. Leblanc sur la hauteur que l'on peut observer avec le nouveau baromètre, et les répliques de M. Pissis aux observations qui précèdent, M. Constant Prevost donne verbalement la description de plusieurs gisements de mammifères fossiles qu'il a récemment examinés avec M. Desnoyers, au midi de Paris.

A trois lieues environ de Corbeil, le grand plateau de grès et de sables marins supérieurs qui constitue en partie le sol de la forêt de Fontainebleau, vient se terminer par un grand nombre de caps et d'escarpements qui dominent de près de 100 mètres une plaine de calcaire siliceux élevée elle-même de 50 à 60 mètres au-dessus du niveau de la Seine; les bancs solides de grès qui recouvrent, comme on le sait, les lits sableux, sont sensiblement horizontaux dans le plateau; mais sur ses bords, ils sont fracturés, et les masses éboulées sur les pentes laissent entre elles de larges fentes et des anfractuosités caverneuses analogues à celles qu'au N. et au centre du bassin de Paris on remarque au pourtour des collines de gypse ou des plateaux du calcaire grossier.

Partout les parois arrondies et usées de ces cavités sinueuses annoncent qu'elles ont été traversées pendant un temps plus ou moins long par des eaux courantes qui, en dernier lieu, y ont entraîné successivement les limons et les sables qui comblent la plupart d'entre elles.

Dans deux localités distantes d'une lieue au plus l'une de l'autre, il a été trouvé, à plusieurs reprises, un grand nombre d'ossements de mammifères fossiles, les uns dans un parfait état de conservation, lorsqu'ils étaient enveloppés dans le sable, les autres, au contraire, très difficiles à obtenir et à conserver, lorsqu'ils étaient au milieu d'un limon argilo-calcaire très analogue au loëss. Parmi ces ossements, on a pu reconnaître que, dans les mêmes cavités, étaient réunis les débris des espèces suivantes : *Éléphant*, *Rhinocéros*, *Hyène* et *Ours* (les mêmes que ceux des cavernes des autres contrées), *Cheval*, *Bœuf* et *Ruminant à bois*.

Ces gisements sont tout-à-fait identiques avec celui signalé depuis long-temps auprès d'Étampes par Guettard, qui, *sous des blocs de grès éboulés*, et *dans des argiles sableuses*, a aussi trouvé réunis des ossements d'Éléphant et de Renne.

Cette dernière circonstance de la présence du Renne à Étampes, et du même animal fossile dans les puisards naturels du gypse à Montmorency, établit des rapports incontestables entre les deux gisements, et par conséquent avec ceux qui font l'objet de la présente communication ; elle fait voir que, dans la même contrée, et très probablement dans le même moment, des animaux qui nous représentent les habitants du Nord (Renne, Lagomys, Spermophile, Hamster), ont pu se trouver avec d'autres que nous regardons comme essentiellement méridionaux (Éléphant, Rhinocéros, Hyène), sans avoir aucune raison de croire qu'ils ont été ainsi réunis par une cause violente et passagère.

Ces nouveaux faits complètent et confirment en tous points les résultats que le gisement des os trouvés dans les puisards du gypse de Montmorency avait établis, et ils permettent de constater de la manière la plus positive l'existence aux environs de Paris de brèches et de cavernes à ossements, avec toutes les circonstances géologiques et palæontologiques que

présentent les brèches et les cavernes qui ont été observées dans d'autres pays.

Ces circonstances se réunissent pour appuyer fortement l'opinion que les mammifères dont les restes sont enfouis dans les cavités du sol, y ont été presque toujours entraînés par des cours d'eau, non pas instantanément, mais la plupart du temps lentement et à des époques successives. Rien, en effet, dans tous ces nouveaux gisements, ne saurait appuyer l'idée de l'habitation des animaux dans les cavités où l'on trouve leurs débris; leur enfouissement est l'effet évident de causes lentes, variées et locales de la nature de celles que nous voyons agir encore aujourd'hui autour de nous. On peut en trouver des exemples aux environs de Paris même et dans beaucoup d'autres lieux, dans les cours d'eau qui, continuellement, périodiquement ou accidentellement, se perdent dans les anfractuosités du sol avec tout ce qu'ils charrient; c'est ainsi que, sur le plateau même de Montmorency, dans une gorge intérieure de la forêt, on voit une large cavité dans laquelle s'engouffrent depuis des siècles les eaux torrentielles des environs, entraînant les limons, les graviers et les débris organiques de toutes sortes, végétaux et animaux, qu'elles rencontrent sur leur trajet. Ce qu'elles déposent dans les anfractuosités du gypse donne une explication simple et naturelle de la plus grande partie des anciennes cavernes; les rivières qui se perdent, les *catavotrons* de la Morée produisent, sur une plus grande échelle, des effets semblables.

M. Leblanc lit la note suivante:

Résumé des principales questions qui ont été traitées dans la section de géologie du congrès scientifique de Florence, ouvert du 15 *septembre au* 1er *octobre* 1841; par MM. Leblanc et de Villers.

Le congrès scientifique de Florence se composait de huit cent quatre-vingt-huit membres, parmi lesquels trente-six Français.

Les communications des étrangers pouvaient être faites en français; c'est dans cette langue que s'exprimaient les Anglais,

les Allemands, les Russes, etc. Tous les savants italiens répondaient alors en français. Quelquefois la discussion se soutenait en italien d'une part, et en français de l'autre

La section de géologie, minéralogie, géographie, qui comptait soixante-neuf membres, était présidée par M. Pasini, secrétaire de l'Institut de Venise; elle avait pour vice-président le marquis Pareto de Gênes (membre de la Société géologique de France), et pour secrétaires MM. Sismonda de Turin, et Paul Savi de Pise.

Parmi les géologues qui ont pris part aux discussions, nous devons signaler MM. Pentland, de Collegno, de Charpentier, etc. Nous suivrons dans nos indications l'ordre même des travaux de la section.

16 *septembre*. — Le président a ouvert la première séance en rappelant les travaux entrepris par la section dans les deux précédents congrès. Il a insisté sur la nécessité de les terminer, et d'arriver à la solution définitive de graves questions qui ont été posées sur la classification géologique de quelques terrains de l'Italie.

M. Repetti (de Florence) a rappelé les recherches proposées par lui au congrès de Pise sur les changements de littoral et de niveau qu'a subis la mer le long des côtes d'Italie.

Le professeur de Collegno a lu un Mémoire sur le métamorphisme des roches sédimentaires, et en particulier sur les transformations subies par les combustibles des maremmes de Toscane. L'auteur distingue les transformations normales dues à l'action régulière de la température terrestre, et les transformations anomales produites par les phénomènes volcaniques dans les moments de révolution du globe. Le charbon de terre de la période carbonifère serait produit par une transformation normale des anciens dépôts végétaux; le charbon de terre des maremmes de Toscane résulterait, au contraire, de l'action interne qui a précédé et accompagné l'apparition des roches quarzeuses et granitiques, contemporaines probablement du soulèvement de la grande chaîne des Alpes; le combustible des maremmes, quoique converti en partie en véritable charbon de terre bitumineux, appartient certainement à l'époque tertiaire: les couches ou amas en sont interrompus à chaque instant, comme le terrain qui les renferme, et l'extraction de ce combustible ne pourra donner quelque profit à l'exploitant que si les travaux sont dirigés avec la plus grande économie.

17 *septembre.* — Le vice-président, M. Pareto, a lu un Mémoire sur les îles Gorgona et Capraja, décrivant leur topographie et leur constitution géognostique. La Gorgona est composée de schistes (lucidi) traversés par la serpentine. La Capraja est composée de beaucoup de variétés de trachytes, de conglomérats et de laves. Ce Mémoire était accompagné de plans et de coupes. Le professeur Savi incline à regarder les schistes de la Gorgona comme appartenant au terrain du macigno, puisque d'après les observations faites jusqu'ici en Toscane, la serpentine ne se rencontre pas dans les terrains inférieurs. Le marquis Pareto n'est pas éloigné d'adopter cette opinion, qui se trouve corroborée par quelques faits observés par le professeur Nesti au promontoire Argentaro, et par M. Repetti dans la vallée du Serchio.

21 *septembre.* — Le professeur Catullo de Padoue a lu la description de la caverne ossifère de Cerè, dans la province de Vérone, et dans laquelle les os fossiles de divers animaux se trouvent non seulement sur le sol, mais encore attachés à la voûte; ils appartiennent à différents animaux carnivores et herbivores, et l'on y distingue des ossements d'ours, de loups et de cerfs.

Le professeur Nesti, de Florence, a exprimé le désir qu'il fût formé un tableau comparatif des animaux des terrains diluviens et de ceux des cavernes et brèches ossifères; il a ajouté quelques arguments à l'appui de l'opinion, par lui publiée, que les dents canines de carnivore du val d'Arno appartenaient au genre *Ursus* plutôt qu'au genre *Felis* et précisément à l'*Ursus cultridens.*

Le professeur de Collegno a observé qu'en France, les carnivores prédominaient dans les cavernes, et les herbivores dans les alluvions.

22 *septembre.* — La section a fait une excursion à Mosciano sur Scandicci. En se dirigeant vers le château de Mosciano, on a pu étudier sur place, dans le lieu dit Pétrole, le calcaire à nummulites, qui y est exploité sous le nom de *granitello.* Cette roche alterne plusieurs fois avec l'albérèse à pyromaques et avec les marnes à fucoïdes (fuciti). Une puissante masse de macigno grossier, friable et de couleur jaunâtre, recouvre le précédent terrain et se lie avec lui; le calcaire à Nummulites s'étend ensuite vers le N.-O. pendant 2 milles, et va presque jusqu'à San-Martino alla Palmæ. Les bancs qui ont la direction O.-N.-O. sont inclinés d'environ 25° vers le S.-S.-O. Tous les géologues présents se sont accordés à rapporter ce groupe de roches à la formation du macigno et de la craie.

23 *septembre.* — M. le professeur Savi a montré à la section le panorama et la carte géologique des Alpes apuanes et des montagnes adjacentes (enclave toscane de Pontremoli); il a exposé brièvement la nature et les caractères des diverses formations qu'on y observe. Ce travail a l'avantage de se rattacher à la carte géologique des États de Gênes, qui est en cours d'exécution.

25 *septembre.* — Le professeur Nesti a parlé des Cerfs fossiles qui se trouvent dans le terrain diluvien de la Toscane; il en distingue cinq espèces, dont quatre appartenant au val d'Arno supérieur et une au val de Chiana; il a exposé les caractères distinctifs de ces espèces, dont il a montré des échantillons et des dessins.

Le professeur de Collegno a été chargé de faire à la section une analyse de l'ouvrage important de M. de Charpentier sur le glacier du Rhône et le terrain erratique. Il a exposé l'ingénieuse idée de l'auteur, qui donne, pour conséquence à un soulèvement, une grande quantité de vapeur produite par l'eau tombant dans les crevasses chaudes de la terre, et conséquemment une grande perturbation dans l'atmosphère, une suite d'années brumeuses, humides et froides, très propres à l'avancement des glaciers.

M. de Charpentier a répondu à quelques objections proposées par MM. Pentland et de Collegno; il a insisté sur ce fait capital, qu'il ne raisonnait que sur des faits observés par lui, spécialement dans la vallée du Rhône, et qu'il ne prétendait pas conclure de là ce qui avait pu se passer en d'autres points du globe.

27 *septembre.* — Il a été décidé qu'il serait fondé, dans le Musée impérial et royal de physique et d'histoire naturelle de Florence, une collection géologique et minéralogique de roches appartenant aux diverses parties de l'Italie; les séries seront disposées suivant les divisions naturelles des montagnes. Les membres de la section ont pris l'engagement d'envoyer le plus tôt possible des cartes, coupes et échantillons relatifs à chacun des pays qu'ils représentaient.

M. le marquis Pareto a lu, au nom de M. Pilla de Naples, un Mémoire manuscrit sur le cratère de soulèvement de Rocca-Monsina; les dessins à l'appui indiquent en effet que cette contrée présente un exemple très remarquable de toutes les circonstances qui accompagnent ordinairement ce genre de phénomène.

28 *septembre.* — Une deuxième course géologique a été dirigée vers la montagne de l'Impruneta. On a observé d'abord le macigno, puis l'albérèse avec les marnes et argiles rouges schisteuses: les couches sont souvent très inclinées, et ont une direction qui se

rapporte à celle observée près de Mosciano; sur la colline de San-Antonio, près de l'Impruneta, on voit le calcaire s'incliner sous la serpentine qui passe à l'euphotide. Ces deux roches sont tellement liées entre elles, qu'il devient impossible de les distinguer l'une de l'autre, quant à l'époque de leur formation. La montagne de l'Impruneta et celle de San-Martino sont également formées de ces deux roches; on a recueilli dans cette promenade de beaux échantillons d'asbeste et de diallage métalloïde.

29 *septembre*. — Le professeur Savi a lu un Mémoire sur la constitution géologique de l'île d'Elbe; il a montré la carte géologique et les coupes de l'île, et particulièrement quelques vues des filons granitiques et des masses de fer qui furent injectés dans les divers terrains de ces montagnes.

M. Pentland a mis sous les yeux de la section un panorama des Andes de l'Illimani à l'Incohuma, de la longueur de 50 milles (ce travail fait partie d'un ouvrage relatif à l'Amérique du Sud, qui doit être prochainement publié); il a également présenté les parties adjacentes à l'Italie de la grande carte géologique de France de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont. On a vérifié que cette carte se rattachait parfaitement à la carte géologique des États sardes, entreprise par M. Sismonda, et qui ne sera terminée que dans deux ans. Le marquis Pareto a mis sous les yeux de la section la carte géologique des États de Gènes, à laquelle il travaille depuis plusieurs années, et qui s'accorde avec les observations de M. Sismonda. M. Orsini d'Ascoli a annoncé qu'il s'occupait d'une carte géologique des Abruzzes.

Nous croyons devoir signaler aux voyageurs qui parcourront l'Italie, une notice géologique sur les environs de Rome, insérée par le professeur Hoffmann (de Berlin) dans le grand ouvrage sur Rome (*Besammlung von Rom*), publié en allemand par l'Institut archéologique dont le siége est à Rome. Le professeur Hoffmann a également publié un ouvrage en allemand très remarquable sur la Sicile, accompagné d'une carte géologique de cette île si intéressante.

Il a été présenté à la section de géographie du congrès une carte des États pontificaux, à l'échelle du 1/750,000; cette carte, qui ne contient ni courbes horizontales ni cotes de hauteur, est publiée à Florence par M. Zuccagni-Orlandini (1).

Il nous a été dit que des officiers autrichiens travaillaient en ce

(1) Ce même auteur a publié *Atlante della Toscana, storico topografico, etc., in 20 valli.*

moment à la construction d'une carte des États pontificaux, se rattachant à la grande carte de Lombardie, déjà publiée au 1/86,400.

La Toscane possède également une très bonne carte au 1/200,000 du père Inghirami (1). Le Piémont commence à publier la carte topographique qu'il a fait exécuter depuis plusieurs années; le gouvernement napolitain a publié la plus grande partie de son territoire. Ainsi, à quelques lacunes près, il deviendra bientôt possible de s'appuyer sur de bonnes cartes topographiques pour étudier la constitution géologique de l'Italie.

Nous ne terminerons pas cet aperçu rapide sans parler de l'accueil intelligent, empressé et vraiment royal fait aux savants par le grand-duc de Toscane. Des mesures avaient été prises pour que pendant le congrès les prix ordinaires des hôtels ne pussent être changés. Dès qu'on était admis, on recevait avec la carte de savant (scienziato) un plan et une description de Florence, publiés pour la circonstance. Tous les jours le *Diario*, ou Bulletin des séances, était distribué gratuitement. Dans une magnifique salle dépendante du palais Pitti, un dîner de cinq cents couverts réunissait les savants et leurs familles. Le prix de ce dîner était extrêmement modique. Le soir, c'était au palais Ricardi qu'ils se rencontraient avec la plus brillante société de Florence. Avant le départ, on offrit à chaque membre du congrès une fort belle médaille, frappée en mémoire du congrès de 1841; on y joignit une magnifique réimpression des actes de l'Académie del Cimento, puis la description du nouveau Musée, dédié par le grand-duc à Galilée. C'est dans ce Musée qu'ont été réunis tous les instruments de ce père de la science moderne et de ses élèves.

Les réunions prochaines ont été fixées à Padoue, pour le 15 septembre 1842; à Lucques, pour le 15 septembre 1843.

Nous croyons devoir avertir les auteurs qui désireraient faire hommage de leurs ouvrages aux congrès italiens, qu'une place est réservée à ces dons dans les bibliothèques publiques des villes où se sont tenues les séances.

M. C. Prevost ajoute les considérations suivantes à celles qu'il avait données précédemment sur les grès marins supérieurs :

---

(1) M. Repetti est à son 5e volume du *Dizionario geografico, fisico, storico della Toscana*, lequel contient beaucoup d'indications géologiques.

Dans un moment où les géologues recherchent avec un vif intérêt les causes qui ont pu raviner, sillonner et polir la surface des roches les plus dures, il peut être utile de signaler quelques faits qui prouvent que des effets analogues, faciles à confondre, ont eu lieu à des époques évidemment différentes et par diverses causes, dont plusieurs continuent probablement à agir encore de la même manière.

1° Dans la carrière d'Orsay, le banc de grès exploité est recouvert par 20 pieds environ d'argile à meulières qui sont dans une position normale. Pour faciliter l'exploitation de ce banc, on enlève les argiles qui le recouvrent; sa surface est mise à nu maintenant sur une étendue de plus de 200 pieds de long et 15 à 20 de large. Cette surface présente incontestablement les marques de nombreuses inégalités, telles que des sillons, des stries, des dépressions irrégulières, qui sont toutes le résultat des eaux. Si l'on cherche même à déterminer le sens suivant lequel auraient agi les eaux, on pourrait reconnaître, tant dans les carrières d'Orsay que dans celles de Palaiseau qui sont de l'autre côté, une direction moyenne du N.-E. au S.-E.

Il n'est nullement douteux que ces effets sont antérieurs au dépôt des meulières des environs de Paris.

2° Sur la route de Boulogne-sur-Mer à Marquise, au bord de la rivière d'Ardingan, on peut observer la superposition immédiate du calcaire oolithique inférieur au calcaire de montagne, et l'on peut voir que les bancs de ce dernier ont été diversement disloqués, mais que leur surface a été profondément sillonnée et ravinée par les eaux avant le dépôt du calcaire jurassique. On sait aussi que si l'on étudie aux environs de Paris même le contact du terrain tertiaire avec la craie, celle-ci présente les mêmes phénomènes de ravinement et d'ondulation.

3° Au passage des Echelles, qui conduit de la Grotte à Chambéry, on peut remarquer, à gauche de la route, des effets très curieux du ravinement de la surface des calcaires. Les montagnes qui entourent Chambéry, et notamment celles qui dominent les Charmettes, sont recouvertes d'alluvions anciennes que le cultivateur enlève continuellement sur cer-

tains points pour accroître l'épaisseur du sol végétal sur d'autres. La surface calcaire mise à nu laisse voir alors de profonds ravinements, semblables à ceux que présentent les Échelles.

Chacun sait que tous ces effets appartiennent à des époques géologiques très différentes; cependant ils pourraient être facilement confondus, non seulement ensemble, mais encore avec ceux récemment observés dans le Nord et que beaucoup de géologues sont tentés de rapporter à une époque unique qu'ils continuent d'appeler diluvienne.

M. Alcide d'Orbigny signale à ce sujet les rides produites par les vagues sur les sables et les argiles des bords de la mer. Il en a observé, dit-il, de semblables sur le *portland-stone* du Bas-Boulonnais, sur les côtes de La Rochelle, entre le *coral-rag* et l'*oxford-clay*, et dans la plupart des terrains.

M. Martins fait remarquer que ces empreintes diffèrent de celles qu'on attribue aux anciens glaciers du Nord et de la Suisse. Ces dernières sont parfaitement parallèles, et constituent des rayures très fines, tout-à-fait distinctes des rides souvent ondulées que l'on observe sur les plages sableuses et argileuses.

Séance du 2 *mai* 1842.

PRÉSIDENCE DE M. H. MICHELIN, *trésorier*.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. E. Robert, le prospectus des *Voyages publiés sous la direction de M. Paul Gaymard*, in-8°, mars 1842.

De la part de M. Le Guillou, son *Voyage autour du monde*

pendant les années 1837-1840, *mis en ordre par J. Arago*, 1re livraison, in-8°. Berquet et Pétion. Paris, 1842.

Comptes-rendus de l'Académie des sciences, 1842, 1er semestre. Tome XIV, nos 16 et 17.

Mémorial enclyclopédique, mars 1842.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, n° 74.

The American Journal, etc. Vol. XLI, n° 2, octobre 1841, pour juillet, août et septembre 1841.

Il Progresso delle scienze, lettere ed arti, anno X, quaderno 57 et 58.

L'Institut, n° 435.

L'Écho du Monde savant, nos 722-725.

The Mining Journal, n° 348.

The Athenæum, nos 756 et 757.

COMMUNICATIONS.

M. Buteux offre à la Société divers ossements trouvés dans les lignites d'Amy, département de l'Oise, près des limites de celui de la Somme; ce sont, d'après M. Laurillard, qui a eu l'obligeance de les déterminer, des fragments

1° De carapace de Trionyx,

2° De fémur et de péroné de Crocodile,

3° De canon de ruminant,

4° De mâchoire de *canis* indéterminable,

5° De mammifères également indéterminables,

6° Et peut être des coprolites.

Des dents de Crocodile, des débris de végétaux monocotylédones et du succin, se rencontrent aussi dans les mêmes lignites, dont la couche a 2 mètres d'épaisseur et est recouverte par 2 ou 3 mètres d'argile plastique, pure dans le haut, puis entremêlée de lignites qui deviennent dominants.

M. Michelin met sous les yeux de la Société un *Aptychus* de la craie blanche des environs de Reims, et fait remarquer que jusqu'à présent ce genre de fossile ne s'était pas encore présenté dans une partie aussi élevée des terrains secondaires.

M. Martins communique les observations suivantes :

Sur les formes régulières du terrain de transport des vallées du Rhin antérieur et du Rhin postérieur, par Ch. Martins.

Les formes régulières que présentent quelquefois les terrains de transport ont depuis long-temps attiré l'attention des géologues. La symétrie architecturale des terrasses qui de loin simulent des ouvrages de fortification, les formes caractéristiques des *osars* dont les contours arrondis portent encore l'empreinte des eaux qui les ont modelés, sont faites pour exciter au plus haut degré l'étonnement et la curiosité. Quelle que soit leur origine, ces formes régulières se rattachent aux dernières révolutions du globe, et on ne saurait les considérer comme un phénomène local et accidentel, car, elles ont été signalées dans une grande partie de l'Europe et de l'Amérique septentrionale. L'énumération suivante, quoique bien incomplète encore, suffira pour donner une idée de leur extension.

En France, M. Élie de Beaumont (1) a observé des terrasses sur les bords de la Durance, du Drac, de la Romanche, de l'Arc et de l'Isère. Deluc, Escher de la Linth et MM. de Buch, Yates et Engelhardt (2) ont fait connaître les dépôts du revers occidental des Hautes-Alpes, et M. Daubuisson (3) ceux de la vallée d'Aoste et du cours de la Doria-Baltea. M. Élie de Beaumont (4) a indiqué les terrasses du val Anzasca, et M. Rozet (5) celles des bords du Rhin entre Seltz et Lauterbourg. Suivant MM. Sedgwick et Murchison (6), tous les cours d'eau de la Bavière occidentale sont bordés de terrasses parallèles qui prouvent l'existence d'anciens niveaux de nappes liquides. Les bords du Lech, près de Schœngau, en offrent de magnifiques exemples. M. Alexandre Brongniart a le premier attiré l'attention des géologues sur les osars ou collines de sable de la Suède méridionale. Depuis, ils ont été étudiés

(1) *Recherches sur les révolutions de la surface du globe*, pag. 215 et suivantes.

(2) *Naturschilderungen aus den hoechsten Schweizer Alpen*, pag. 53, 1840.

(3) *Journal des Mines*, tome XXIX, pag. 243. 1811.

(4) *L. c.*, pag. 223, *nota*.

(5) Sur le terrain diluvien de la vallée du Rhin. *Journal de géologie*, tome I, pag. 25.

(6) A sketch of the structure of the eastern Alps. *Trans. Geolog. Society*, tome III, pag 416. 1829.

par M. Lyell (1) et d'autres savants. J'ai observé, avec mon ami M. Auguste Bravais, de fort belles terrasses sur les bords du Piteo-Elv, près de la ville du même nom, au N. de la Suède. Mais c'est surtout dans le fiord d'Alten en Finmark, sous le 70° de latitude N., qu'il m'a fait remarquer des terrasses d'une admirable régularité à l'embouchure de toutes les vallées qui s'ouvrent vers la mer (2). Nous en avons retrouvé de semblables le long du fleuve d'Alten, depuis son embouchure dans la mer Glaciale jusqu'à Kantokeino. M. Sedgwick (3) a vu des dépôts de terrains meubles à surface horizontale dans les parties supérieures des principales vallées de l'Angleterre, et en particulier dans celles du Lincolnshire. En Écosse, dans le Lochaber, le docteur Macculoch (4), sir Lauder Dick (5) et M. Charles Darwin (6), ont décrit les lignes horizontales (*parallel roads*) et les terrasses de Glen Rloy, Glen Gluoy et Loch Loggan. M. Macculoch signale, en outre, des amas de sédiments, formant des segments de cône (*conoïdal segments*) adossés aux flancs de la vallée.

Ces formes régulières ne paraissent pas être particulières à notre continent. Dans l'Amérique septentrionale à l'embouchure du fleuve Saint-Laurent, le capitaine Bayfield (7) a observé des terrasses en gradins, s'élevant à 30 mètres sur les bords de la mer et à 90^{m} dans l'intérieur des vallées. Sur les îles Mingan, situées dans le golfe Saint-Laurent, il a découvert des écueils (8) dont le pied ne plonge plus dans la mer, et qui ont été corrodés par elle à une hauteur de 9 à 18 mètres au-dessus des plus fortes marées. Dans le même pays, le docteur Bigsby (9) a décrit la vallée

---

(1) *Proceedings of the Geolog. Society of London*, n° 72, pag. 342.

(2) *Voyez* l'extrait du Mémoire inédit de M. Bravais, dans les *Comptes-rendus de l'Academie des sciences*. 27 avril 1840.

(3) On the origin of alluvial and diluvial formations. *Ann. of philophy*. April 1835, pag. 243.

(4) On the parallel roads of Glen Roy. *Trans. of the Geolog. Society*, tome IV, pag. 314. 1817.

(5) *Edinburgh R. Society*, tome IX. 1831.

(6) Observations on the parallel roads of Glen Roy and other parts of Lochaber in Scotland, with an attempt to prove that they are of marin origin. *Transact. of the Royal Society of London for* 1839, pag. 39.

(7) Notes on the geology of the north coast of the river and gulf of St-Lawrence. *Transact. of the Geolog. Society*, tome V, pag. 89.

(8) Pl. V, fig. 2.

(9) Outlines of the mineralogy, geology of Malbay, Lower Canada. Silliman's *Journal of science*, tome V, pag. 205. 1822.

de Saint-Etienne que traverse la rivière Malbay, un des affluents du Saint-Laurent. A ses deux extrémités, cette vallée présente trois rangs de terrasses parallèles et, sur le bord de la rivière, des osars formés de gravier et de boue. Sur le bord du lac Huron (1), il existe aussi plusieurs rangs de terrasses.

Dans l'Amérique du Sud, le capitaine Hall (2) a vu trois étages de terrasses dans une vallée des Andes qui s'ouvre sur la mer Pacifique. Elles étaient exactement de niveau sur les deux côtés de la vallée, et la plus haute s'élevait à 120 mètres au-dessus des plus fortes marées. Les pierres qui les composent sont parfaitement arrondies.

En résumé, c'est dans les vallées qui descendent des hautes chaînes de montagnes, telles que le Jura, les Alpes et les Andes, ou bien dans les contrées septentrionales de notre hémisphère, la Suède, la Norvège, l'Écosse et le Canada, qu'on a signalé jusqu'ici l'existence de ces formes régulières du terrain de transport. La connaissance de ces dépôts et de leur configuration pouvant jeter quelque jour sur leur origine, j'ai décrit avec soin tous ceux que j'ai observés en Suisse, dans les vallées du Rhin antérieur et du Rhin postérieur qui font partie du canton des Grisons.

§ I. *Description du terrain de transport à formes régulières des vallées du Rhin dans le canton des Grisons.*

Le voyageur qui traverse le Saint-Gothard pour descendre par le mont Calmot dans le canton des Grisons, est frappé, en arrivant sur le versant oriental de la montagne, du singulier aspect de la vallée de Tavetsch. Longue de 5 kilomètres environ, elle est le dernier gradin de la grande vallée du Rhin antérieur. Deux gorges étroites la terminent en amont et en aval : un plan incliné s'appuie sur la chaîne qui la domine au N. et descend vers le Rhin qui baigne le pied de la chaîne opposée. Mais avant d'atteindre le fleuve, ce plan est brusquement interrompu et forme une longue terrasse de 66^{m},6 (3) d'élévation sur laquelle sont placés les villages de Ruæras, Camischollas et Sedrun ou Tavetsch. (*Voy.* pag. 344, pl. IV, fig. 1.) Le bord de la terrasse n'est pas une ligne droite, mais elle présente quelques échancrures, et le

(1) *Transactions of the literary and historical Society of Quebec* tome I, pag. 6. 1829.

(2) Lyell, *Principles of geology*, tome IV, pag. 32. 3e édit.

(3) Mesure barométrique.

torrent qui se jette dans le Rhin, près du village de Sedrun, la partage dans toute sa hauteur. Sur cette coupe, on peut s'assurer que la terrasse et le plan incliné qu'elle termine sont composés d'un terrain de transport d'une fertilité remarquable.

En examinant le plan incliné avec plus d'attention, on reconnaît qu'il est formé par la réunion de plusieurs surfaces courbes, faisant partie chacune d'un cône à très grand rayon dont le sommet correspond à des ravins de la chaîne septentrionale, tandis que sa base repose sur le fond de la vallée. Les géologues suisses désignent ces amas sous le nom de *Schuttkegel;* nous leur donnerons celui de *Deltas inclinés*, expression que nous justifierons dans les considérations qui terminent ce mémoire.

Le talus qui termine le plan incliné ne descend pas dans le Rhin; il en est encore à 1 ou 2 hectomètres, et son pied est élevé de 2 ou 3 mètres au-dessus du niveau des eaux. Il résulte de cette disposition une seconde terrasse très basse dont le talus forme la berge de la rivière.

Au sortir du village de Tavetsch, la vallée se rétrécit, les montagnes se rapprochent; mais au fond de la gorge, on observe deux terrasses en escalier entre lesquelles le Rhin s'est frayé un passage.

Après avoir traversé le village de Monpet, le voyageur descend dans une seconde vallée dont le niveau est de 240 mètres environ, inférieur à celui de la vallée de Tavetsch. Semblable à cette dernière, la vallée de Disentis présente aussi une forme elliptique, et se termine par deux gorges étroites qui la ferment à ses extrémités. Le village et l'antique couvent de Disentis sont bâtis à la partie supérieure d'un plan incliné qui descend vers le fleuve, au-dessus duquel il se termine brusquement par une longue terrasse dont le bord forme une ligne légèrement ondulée.

En face du village de Disentis, cette terrasse est élevée de $100^{m},3$ au dessus du niveau du Rhin. L'inclinaison du talus est de 41°, et entre le pied de la terrasse et le bord du fleuve, on trouve encore trois échelons de 1 à 3 mètres de haut dont le dernier plongeant dans le torrent est d'origine tout-à-fait récente.

A l'entrée du Rhin, dans la vallée de Disentis, cette terrasse forme un vaste cirque, et se prolonge en s'abaissant jusqu'à l'extrémité de ce bassin sur une longueur de 3 kilomètres environ. Le talus exploré dans toute sa hauteur ne m'a offert que des fragments encore anguleux de la grosseur du poing, du gravier et du limon sablonneux. Le torrent de Magriel coupe cette terrasse dans toute sa largeur, et ses berges, moins élevées que la terrasse du Rhin, offrent la même régularité.

En amont du village de Disentis, près de la gorge d'où s'élance le torrent dont nous venons de parler, un promontoire terminé par un sommet arrondi s'avance dans la plaine. Une crête assez étroite le réunit à la chaîne septentrionale. Formé de gravier et parsemé de blocs erratiques, tout son ensemble porte l'empreinte de l'action des eaux. Le torrent de Magriel longe sa face occidentale en suivant une direction perpendiculaire à celle du Rhin; puis il tourne brusquement au N.-E., et contourne le cap, dont la face antérieure présente la forme d'un triangle. Un autre petit torrent longe le flanc oriental du promontoire dont le sommet est à 187 mètres au-dessus de la terrasse, et par conséquent à 287 mètres au-dessus du niveau du Rhin. En aval de Disentis, près du fort qui défend l'entrée de la vallée, on observe un cap semblable; mais il est moins saillant, moins élevé, et d'une forme moins caractéristique.

En continuant à descendre le cours du Rhin, on trouve d'espace en espace des indications de dépôts erratiques, ou même des portions de terrasse qui ont résisté à l'action combinée du temps et des éléments. Ainsi, près du village de Disla, je mesurai un fragment de terrasse couvert de moissons, et je trouvai que sa plate-forme était à 35^{m},8 au-dessus de la surface du Rhin. Plus bas, j'en remarquai d'autres moins bien dessinées. Toutes sont composées de sable quarzeux et de gros blocs dont les uns sont arrondis, tandis que les autres présentent encore des arêtes assez vives. Au-dessus de Sumvix, on remarque un cap couronné de pins sylvestres, et en aval du village de Trons, on en observe quatre peu éloignés les uns des autres. Le premier qui domine le village de Trons porte une chapelle et un calvaire; le second, auquel s'adosse le village de Dervelle, est élevé de 102 mètres au-dessus du niveau du Rhin. Le quatrième, enfin, porte un pan de muraille, reste d'un ancien château. Il paraît plus élevé que le précédent, mais il présente une banquette qui se trouve de niveau avec le sommet du cap dont j'ai mesuré la hauteur.

En face du village de Rinckenberg, toujours sur la rive gauche du Rhin, se trouve une terrasse parfaitement caractérisée, ayant environ 200 mètres de long sur 25 de haut. Mais si l'on traverse le pont, on s'aperçoit que le village de Rinckenberg lui-même est bâti à l'extrémité occidentale d'une autre terrasse, dont la régularité est réellement frappante. Elle est située à quelques hectomètres du Rhin, et s'élève de 25^{m},7 au-dessus de sa base, et de 30 mètres environ au-dessus des eaux du Rhin. Sa pente, mesurée en plusieurs points, était de 35°,30′.

Non loin de là, sur la rive gauche, le village de Danis est adossé à une terrasse qui s'élève immédiatement au-dessus des eaux du Rhin, à la hauteur de 25 à 30 mètres environ. En amont de celui de Ruvis, deux torrents ont coupé une terrasse dont la concavité, tournée vers le fleuve et dénudée par des éboulements, permet de constater qu'elle est composée dans toute sa hauteur de graviers et de cailloux roulés. Enfin, Ilanz est dominé par un immense amphithéâtre placé à l'entrée de la vallée de Lugnetz. Cet amphithéâtre se compose de deux terrasses en étage, s'élevant l'une à 70, l'autre à 100 mètres environ au-dessus du fleuve. Cet amphithéâtre est coupé en deux parties égales par le torrent appelé Glenner, dont les ravages ont si souvent porté la désolation dans ces plaines fertiles

Les vallées latérales qui débouchent dans celle du Rhin ont conservé comme elle des traces de l'ancien niveau des eaux. En face du village de Kumpels, dans la vallée de Lugnetz, on retrouve des indications de terrasses. Le village de Fuort sur la rive droite du Glenner est bâti à l'extrémité d'une terrasse de 2 kilomètres de long dont la surface est un plan mathématique à peine incliné dans le sens de l'écoulement des eaux, et élevé de 100 mètres environ au-dessus du niveau du torrent actuel. Plus loin, on reconnaît une autre terrasse qui domine le village de Romein. Un cap portant une église et les ruines du château de Surkasti sépare les vallées de Valtz et de Vrins et les deux affluents du Glenner. A l'entrée de la vallée de Valtz, on observe sur la rive gauche du torrent un lambeau de terrasse bien propre à faire voir le mode de gisement de ces dépôts erratiques. C'est un talus d'une régularité parfaite, incliné de 35° à 40°, et suspendu pour ainsi dire au sommet d'une paroi de rochers. Sa surface est de 50 mètres carrés tout au plus, et l'on voit qu'elle est le seul reste d'un grand dépôt qui n'a pu se maintenir sur cette paroi presque verticale, où tant de causes devaient favoriser son éboulement. Enfin, le village de Longenatsch est dominé par plusieurs caps élevés de 100 mètres au-dessus du torrent. Le bourg de Valtz lui-même est situé dans un élargissement de la vallée fermée à ses deux extrémités, et dont le fond parfaitement uni se compose de sable micacé très fin, et ne permet pas de méconnaître l'ancien fond d'une masse liquide en repos.

Transportons-nous maintenant, en traversant le Valserberg, aux sources du Rhin postérieur; suivons le, jusqu'à sa jonction avec le Rhin antérieur dont nous avons étudié le cours au commencement de ce mémoire. Depuis la source du Rhin postérieur

jusqu'à Nufenen, on ne trouve pas de terrasses. Au-dessous de ce village, on en remarque quelques indications sur la rive gauche, et immédiatement avant d'arriver à Splugen, la route passe au pied d'une terrasse bien caractérisée dont la pente dans le sens de la vallée est très marquée. Le village et l'église de Splugen sont bâtis eux-mêmes sur un conglomérat de cailloux roulés qui rappelle le *Nagelfluc* de la Suisse septentrionale. Plus bas, le village de Suvers est placé sur un plan incliné analogue à ceux que nous avons observés dans les vallées de Tavetsch et de Disentis. Mais c'est après avoir traversé l'étroit défilé de la Rofla qu'en débouchant dans la vallée d'Andeer la symétrie architecturale des terrasses est réellement surprenante. (*Voy.* pag. 344, pl. IV, fig 2.) Nous insisterons donc avec quelques détails sur la description de cette localité, une de celles où cette disposition particulière du terrain de transport se montre avec le plus de régularité.

A la partie supérieure de la vallée, le Rhin débouche entre deux terrasses en forme de bastions. Celle de la rive gauche dépasse un peu celle du bord opposé. Leur surface supérieure est parfaitement horizontale, et toutes deux sont exactement de niveau. Leur hauteur est de 37 mètres sur le Rhin, et le talus de celle de droite a 35°,30′ de pente. L'autre se prolonge beaucoup plus bas dans la vallée, et présente au milieu une large concavité qui règne dans toute sa hauteur, et correspond à une grande terrasse en arc de cercle qui règne tout le long du flanc occidental de la vallée, et dont la courbe est concentrique à celle que décrit le Rhin actuel. Les deux terrasses sont formées de gravier fin, et leurs talus sont couverts de maigres graminées. Derrière un magasin à charbon situé à l'extrémité de la demi-lune formée par la terrasse occidentale, on peut s'assurer qu'elle se compose de cailloux roulés et de sable disposés en strates horizontaux bien marqués. Cette terrasse se continue plus ou moins distinctement tout le long du contour occidental du bassin d'Andeer jusqu'à son extrémité inférieure.

Si nous tournons les yeux vers le bas de la vallée, nous y remarquerons une disposition non moins régulière du terrain de transport. Le village de Pigneu est placé sur un grand delta incliné. Deux petites terrasses et un cap d'une admirable régularité le terminent à sa partie inférieure, et s'élèvent sur la rive droite du Rhin, derrière le bâtiment ruiné des anciens bains de Pigneu, à une hauteur de 36^{m},8 au-dessus de la surface du fleuve. On remarque entre elles plusieurs gradins secondaires, trace de *plu-*

sieurs niveaux des eaux. Le cap du milieu est couronné par deux mélèzes. En face de ces terrasses, de l'autre côté du Rhin, une église est placée sur un cap qui est sensiblement de niveau avec la plate-forme des terrasses de Pigneu. En aval, on trouve encore un lambeau de terrasse, et en face un vaste éboulement de terrain meuble.

A peine est-on sorti de la vallée d'Andeer qu'on découvre sur la rive gauche du fleuve le village de Donat, bâti sur un delta fortement incliné, dont les deux côtés sont circonscrits par des torrents, tandis que sa base est à peu près parallèle au Rhin. Ce delta se termine par une terrasse d'une hauteur variable, mais qui peut être en moyenne de 30 mètres au-dessus de la surface du fleuve. Le pied de la terrasse est à une certaine distance du Rhin, auquel il se rattache par des gradins intermédiaires. En face du village de Zillis, une autre terrasse entièrement composée de cailloux roulés s'élève presque verticalement au-dessus de la rive gauche du fleuve dont les flots minent sans cesse la base de cet escarpement. En aval et du même côté que le village, dix petits caps sont disposés en amphithéâtre à la suite les uns des autres, et rappellent pour la forme et la hauteur celui qui domine les anciens bains de Pigneu. Sous le dernier de ces caps, les cailloux sont unis par un véritable ciment, et renferment des blocs de 2 à 4 décimètres de long. C'est dans une grotte creusée, près de la route, qu'on peut étudier le mieux cette espèce de *nagelflue* qui offre une stratification évidente; car au fond de la grotte on trouve un lit de sable fin qui alterne avec ceux de cailloux roulés.

Après cette grotte, le chemin contourne un promontoire parsemé de gros blocs erratiques. Les uns sont à la surface du sol, tandis que les autres sont enfouis à moitié dans le terrain de transport.

A quelques minutes en aval de ce promontoire, les travaux nécessités par le tracé de la route offrent une coupe qui dévoile la structure de ces caps dont nous avons déjà parlé si souvent. Le promontoire coupé se compose de flisch dans une hauteur de 5 mètres au-dessus de la route. Ce flisch est surmonté d'un amas de sable fin mêlé d'énormes blocs roulés et arrondis de tous les côtés. Ainsi, la roche en place forme le noyau, le squelette de ces caps, dont le gravier diluvien constitue néanmoins la majeure partie.

A une petite distance en aval de ce point, on pénètre dans la gorge étroite connue sous le nom de *Via-mala*, où la route qui suit, en général, la rive gauche du Rhin passe presque partout

sur des dépôts diluviens qui s'élèvent à 80 ou 100 mètres au-dessus du niveau des eaux. Le peu de cohésion de ce terrain donne lieu à des éboulements qui nécessitent des réparations continuelles sur cette route, dont la construction seule avait déjà coûté tant de travaux.

En sortant de la galerie qui termine la Via-mala, la belle et large vallée de Domleschg s'ouvre devant le voyageur. Partout les eaux y ont laissé des traces de leur séjour ; le village de Silz sur la rive droite du Rhin repose sur de petites terrasses ; mais tant que la vallée conserve sa largeur, le terrain de transport n'est pas régulièrement disposé sous forme de terrasses ou de caps. Au contraire, dès que la vallée se rétrécit en approchant du défilé de Rothenbrun, la route passe au pied d'une longue terrasse qui porte une petite chapelle à son sommet. Sa hauteur est de 46 mètres au-dessus du Rhin, et sa pente de 35°. C'est la terrasse de Realta. En pénétrant dans le défilé, la route passe sous des terrasses régulières composées de sable quarzeux très fin, et de galets de la grosseur du poing qui forment de vastes dépôts sur la rive gauche du Rhin.

Quoique nous ayons suivi les traces de l'ancien niveau des eaux depuis les sources des deux Rhins jusqu'à leur confluent, il pourrait rester encore quelques doutes sur l'origine de ces dispositions régulières du terrain de transport ; mais l'ancien delta formé par le confluent des deux Rhins diluviens est encore là pour attester le fait de l'abaissement du niveau des eaux relativement au relief général de la contrée. (*Voy.* pag. 344, pl. IV, fig. 1 et 2.) Nous essaierons de décrire aussi clairement que possible cette intéressante localité.

Transportons-nous à Reichenau, au confluent des deux fleuves. Le Rhin antérieur coule dans la direction du S.-O. au N.-E., et parallèlement à la direction générale de la vallée ; le Rhin postérieur, au contraire, vient directement du S., et décrit une courbe telle que les deux fleuves se réunissent sous un angle très ouvert. Une prairie formée par un delta élevé de 2 mètres environ au-dessus du niveau des deux fleuves s'avance entre eux. Ce delta de formation toute récente a la forme d'un triangle dont le sommet aboutit au confluent des deux Rhins, tandis que sa base est délimitée par un plateau élevé formé entièrement de terrain d'alluvion très fin. Ce plateau a lui-même une forme et une position semblables à celles du delta moderne, qu'il domine de 70 mètres. Deux villages, Raezuns et Bonaduz, sont bâtis sur ce plateau

dont la fertilité est proverbiale dans le pays (1). Sa surface supérieure, d'une horizontalité parfaite, présente seulement vers ses bords des banquettes, traces évidentes d'anciens niveaux des eaux, inférieurs au niveau le plus élevé. Mais ce qui frappe surtout les regards, ce sont huit monticules qui surgissent brusquement au-dessus du plateau. Situés au N.-E. du village de Raezuns, tous sont placés sur des rayons qui convergent vers la gorge de Rothenbrun d'où sort le Rhin postérieur, et font des angles très petits avec la direction actuelle de son cours. Leur forme présente aussi des caractères communs. Elliptiques, allongés dans le sens du cours du Rhin, ils présentent des sommets coniques et des contours arrondis. En amont, leur pente est assez rapide; elle est plus douce en aval. Tous sont évidemment l'ouvrage du confluent des deux Rhins, à l'époque où le plateau de Bonaduz formait le lit du fleuve.

La description détaillée des deux cônes les plus remarquables mettra, nous le pensons, ce fait hors de doute. Le plus occidental de tous, situé au N.-N.-E. de Raezuns, est surmonté d'un gibet. A l'E., il présente deux terrasses bien marquées, au-dessus desquelles s'élève un mamelon situé en amont du monticule, tandis que les deux terrasses, en se prolongeant en aval, forment une pente douce qui se confond insensiblement avec la surface du plateau.

Un autre monticule, non moins bien caractérisé, se trouve au N.-E. du village; il est couronné par deux mamelons coniques (pl. IV, fig. 4), dont le plus élevé, placé en amont, porte une croix élevée de 103^{m},7 au-dessus du confluent des deux Rhins, et de 34 mètres au-dessus du plateau. Ces deux mamelons sont allongés dans la direction du S. au N.; ils s'élèvent de 15 mètres environ au-dessus de trois petites terrasses en étages qui leur servent pour ainsi dire de piédestal. Celles-ci sont supportées elles-mêmes par deux terrasses fort basses, mais très étendues, qui se perdent insensiblement dans la plaine. Entre ce monticule et le Rhin postérieur, on remarque le château de Raezuns et la chapelle de Saint-Giri, bâtis sur des monticules semblables. Deux autres sont raccordés entre eux et avec celui du château par des terrasses bien marquées. Les deux derniers monticules sont situés, l'un à l'E. de Bonaduz, l'autre près de l'église de ce village.

Du côté du Rhin postérieur, le plateau de Bonaduz se termine par un escarpement irrégulier, théâtre d'éboulements continuels et qui s'élève verticalement au-dessus du fleuve qui le mine.

---

(1) En langue romane, Bonaduz veut dire *pain pour tout le monde.*

Examinons maintenant si le Rhin antérieur a laissé des traces de son ancien niveau. Il longe aujourd'hui le côté septentrional du grand delta de Bonaduz. Deux longues banquettes règnent tout le long de ce côté, et correspondent aux terrasses de la rive gauche qui portent le village de Tamins. A l'angle N.-O. du plateau, on remarque encore un cône d'une régularité parfaite situé en face du village de Tamins et quelques autres monticules moins caractérisés, rangés sur une ligne qui joindrait Raczuns au Rhin antérieur.

Les terrasses de Tamins, rompues à l'O. par un torrent, s'élèvent immédiatement sur la rive gauche du fleuve, et forment trois gradins en étages couverts de champs de maïs Ces gradins ne sont pas d'une hauteur égale; l'inférieur est le plus élevé, et le moyen l'est moins que le supérieur. Celui-ci est à 72^{m},9 au-dessus du confluent, et par conséquent sensiblement de niveau avec le plateau de Bonaduz. L'église de Tamins elle-même est placée sur un cap de 100^{m},5 d'élévation; il est formé de graviers recouvrant une base de micaschiste. En aval, on découvre encore deux autres caps plus élevés de 20 à 30 mètres que celui qui porte l'église de Tamins.

Les traces des anciens niveaux des deux Rhins ne disparaissent pas après leur jonction. En sortant de Reichenau pour aller à Coire, les travaux de la route ont mis à nu un puissant dépôt de sable entremêlé de galets et de gros blocs arrondis. Le fond de la vallée est parfaitement horizontal et couvert de sable fin. En amont du village d'Ems, de petits mamelons, au nombre de sept, s'élèvent brusquement au-dessus du niveau général de la plaine; leur hauteur varie entre 6 et 25 mètres. Ils sont arrondis en amont, effilés en aval, et l'un d'eux, en exploitation, m'a permis de constater qu'ils sont formés d'un noyau de roche solide, recouvert de sable fin par l'action des eaux. Une lieue plus loin, en face de Feldsberg, on remarque encore un cône semblable. Les derniers que j'ai observés se trouvent dans la plaine qui s'étend entre le Rhin et la ville de Coire.

Sur la rive gauche de la Plessur, torrent impétueux qui se jette dans le Rhin, on voit, en face de la ville, des caps bien caractérisés. Presque tous sont plantés de vignes, et l'un deux est remarquable par le pavillon de plaisance qui couronne son sommet. En amont de Coire, on remarque aussi trois deltas inclinés semblables à ceux de la vallée de Tavetsch; ils sont couverts de prairies. Deux autres, en aval de la ville, sont plantés de vignes ou ombragés de bois.

Depuis Coire jusqu'à Sarganz, sur les frontières du canton de Saint-Gall, le terrain erratique ne présente pas de formes régulières bien tranchées; mais en face de cette petite ville, près du village de Mels, et à 5 kilomètres environ du Rhin actuel, on observe une terrasse à gradins bien caractérisée. L'existence de cette terrasse au point où le Rhin tourne brusquement à l'E. pour traverser la gorge du Schollenberg, au lieu de continuer son cours à l'O., vers le lac de Wallenstadt, est du plus grand intérêt. On sait, en effet, que plusieurs géologues, Ebel et Escher (1) entre autres, ont émis l'opinion que le Rhin passait autrefois par le lac de Wallenstadt, et se rendait de là dans celui de Zurich. Escher s'était même assuré, par un nivellement fait en 1808, que si le Rhin s'élevait de 6 mètres seulement au-dessus de son niveau actuel : il reprendrait son ancien cours vers le lac. Il y a plus, la tradition a conservé le souvenir d'une crue extraordinaire survenue en 1618, et pendant laquelle les habitants du pays furent obligés d'élever des digues pour l'empêcher de reprendre son ancienne direction. Un seul obstacle s'oppose à ce qu'il rentre dans son ancien lit: c'est un grand delta incliné qui descend des flancs du Gunzenberg et se réunit au milieu de la vallée avec un promontoire qui s'avance à sa rencontre au N. du village de Mels. Cet obstacle franchi, ses eaux s'écouleraient avec celles de la Seez dans le lac de Wallenstadt.

Ici se termine notre pèlerinage le long des bords du Rhin. Partout nous avons trouvé le terrain erratique affectant des formes plus ou moins régulières; mais ce phénomène n'est point local, et si l'attention des observateurs se porte sur ces formes de terrasses, de caps, de cônes et de mamelons, que présente le terrain de transport, nous ne doutons pas qu'on ne les retrouve dans la plupart des vallées de la Suisse. Ebel (2) avait déjà signalé les monticules d'Ems, près de Reichenau, et les avait rapprochés de ceux qu'on trouve dans le courant du Rhône entre Louèche et Sion. Nous en avons reconnu deux tout-à-fait semblables dans le village de Nettstal, près de Glaris, sur la rive gauche de la Linth. Ils ont 6 à 10 mètres de haut, et se composent de sable et de petits fragments entremêlés de gros blocs anguleux ayant 7 à 8 décimètres de long. Non loin de là, en montant vers le Kloenthal, on voit des restes de terrasses le long du torrent de la Loentsch, et un monticule sablonneux d'une

(1) Ebel, *Manuel du voyageur en Suisse*, tome III, pag. 316.
(2) *L. c.*, tome III, pag. 474.

forme conique bien caractérisée, à l'endroit où ce torrent sort du lac du Kloenthal.

Dans la vallée de la Muotta (canton de Schwitz), une terrasse d'une régularité parfaite se trouve en aval du village de Ried, à l'entrée d'une gorge étroite. Cette terrasse repose sur un gradin dont le talus descend dans le torrent. Elle-même a une élévation totale de 20 à 25 mètres au-dessus de la Muotta. En sortant de cette vallée, on entre dans celle de Schwitz, qui communique avec le bassin du lac des Quatre-Cantons. Là aussi une longue terrasse s'étend depuis l'endroit où la vallée de la Muotta débouche dans celle de Schwitz jusqu'à la ville, qui est bâtie à son extrémité occidentale.

Nous avons observé des deltas inclinés sur les bords du lac de Brienz. Le village de Bœningen, près d'Interlachen, est bâti sur l'angle oriental d'un cône d'éboulement très surbaissé, qui s'appuie contre les flancs du Sytiberg. Entre Bœningen et Gsteig, on observe aussi sur la rive droite de la Lutschine des portions de terrasses bien caractérisées.

Sur la route de Thun à Berne, en aval du village d'Obwichtrach, à 3 kilomètres de l'Aar, la route longe le pied d'une terrasse de 1 kilomètre de long, et qui, dans sa partie moyenne, avait $9^{m},1$ de haut et $36^{\circ}\ 30'$ de pente. Sa surface supérieure n'était point horizontale.

Du haut de la promenade de Berne, appelée la *Plate-forme*, on observe un grand nombre de terrasses dont les gradins ont été convertis en promenades. Toutes sont formées de cailloux roulés. et quelques unes ont 40 à 50 mètres d'élévation au-dessus du niveau de l'Aar.

A l'extrémité de la Suisse, le terrain de transport affecte des dispositions analogues. Non loin de Bâle, au-dessous du village d'Ober-Dornach, dont la modeste église renferme les restes de Maupertuis, trois terrasses s'élèvent en étage sur la rive droite de la Birse. L'inférieure a 5 mètres de haut; la moyenne, très bien caractérisée, avait environ 100 mètres de long, $8^{m},5$ d'élévation au-dessus de sa base, et $13^{m},6$ au-dessus du niveau de la Birse. La supérieure, moins nettement caractérisée, n'avait pas l'horizontalité parfaite des deux autres.

Avant d'arriver au château d'Angenstein, qui domine le défilé du même nom, on retrouve une continuation de la terrasse moyenne. Elle se compose, comme la précédente, de sable entremêlé de gros cailloux roulés. Le château moderne repose sur un

système de terrasses remaniées par le travail de l'homme, et le rocher qui porte le vieux château a conservé les traces de l'action des eaux. On observe, en effet, au-dessous de la tour principale, deux cavités arrondies en forme d'entonnoirs, qui ne sauraient être le produit d'un autre agent.

En remontant le cours de la Birse, on entre dans la vallée de Lauffen. Peu de temps après avoir traversé le défilé d'Angenstein, on voit plusieurs étages de terrasses au-dessous du village soleurois de Duggingen, qui domine la rive droite de la Birse. Celle-ci forme un coude dans cet endroit, et a emporté une partie de la terrasse : aussi peut-on s'assurer sur l'escarpement vertical qui en est résulté que la masse entière se compose de cailloux roulés. En amont de Lauffen, les rochers qui s'élèvent sur la rive gauche de la Birse portent l'empreinte de l'action des eaux à la hauteur de 8 à 10 mètres au-dessus de la route ; et sa rive droite, en aval de la gorge où se trouve la verrerie de Lauffen, est bordée de deux terrasses étagées, dont la supérieure s'élève à 8 ou 10 mètres au-dessus du niveau des eaux. En amont d'une autre gorge, entre Lauffen et Soyeres, on aperçoit en face d'une scierie des entonnoirs profonds, analogues à ceux d'Angenstein, et élevés de 30 à 40 mètres au-dessus de la Birse. On en remarque aussi sur une grande paroi de rochers, entre Soyeres et Courrendelin.

§ 2. *Considérations générales.*

I. Des formes du terrain de transport.

Nous venons de voir que, dans les vallées des deux Rhins et dans quelques autres que nous avons visitées, le terrain de transport à formes régulières s'observe principalement en amont et en aval des rétrécissements des vallées. Exemples : celles d'Andeer, de Zillis, de Domleschg près du défilé de Rothenbrun, du Rhin antérieur près de Rinckenberg, du Kloenthal, de la Muotta près de Ried, de la Birse près d'Angenstein, et de la verrerie de Lauffen. Ce terrain affecte trois formes principales :

1° Celle de *deltas inclinés*, appelés aussi *cônes d'éboulement* (*Schuttkegel*, all. ; *obtuse cones*, angl.). Nous les avons rencontrés d'abord dans la vallée de Tavetsch, puis dans les environs d'Andeer, de Coire, de Sarganz et d'Interlachen. Ils sont fort communs en Suisse, en Savoie, dans les Hautes-Alpes françaises, et doivent leur existence à ces torrents intermittents qui, dans leurs crues subites, entraînent avec eux une grande quantité de boue, de

sable et de pierres, qu'ils déposent à l'issue de leur *canal d'écoulement* (1). En changeant de lit à chacune de ces crues, ils finissent par former une accumulation de pierres en forme d'éventail, dont le sommet est à l'issue de la gorge. Leur origine remonte à l'époque qui a suivi le dernier soulèvement des Alpes, et comme ils continuent à s'accroître tous les jours, on peut les ranger parmi les terrains de transport les plus récents.

Deluc (2) les avait déjà reconnus et parfaitement décrits sous le nom de *cônes;* M. Yates (3) les a distingués des cônes d'éboulements proprement dits, qu'il nomme cônes aigus (*acute cones*), et les a désignés sous celui de cônes obtus (*obtuse cones*). « Ils font, dit-il, avec l'horizon un angle de 10 à 15°; leur hauteur est de 150 mètres environ, et leur diamètre de 4 à 6 kilomètres » Enfin, M. Surell (4) a décrit ces mêmes cônes sous le nom de *lits de déjection*. Leur hauteur dans les Alpes françaises dépasse 70 mètres, leur longueur est souvent de 4 kilomètres, et leur pente moyenne de 6 centimètres par mètre, ou de 3° 26′. Si nous avons préféré les désigner sous le nom de *deltas inclinés*, c'est qu'il nous a semblé que cette dénomination exprimait à la fois leur figure, leur mode de formation, leur position par rapport à l'horizon, et leur analogie avec des dépôts semblables qui s'accroissent sous nos yeux dans les lacs et dans la mer, à l'embouchure des rivières chargées de limon ou de sable.

2° La seconde forme que présente le terrain de transport est celle de monticules coniques à base elliptique, analogues aux *osars* de la Suède, que M. Alex. Brongniart nous a fait connaître (5). Exemples : les monticules coniques de Raezuns et d'Ems près de Reichenau; de Coire, de Nettstal près de Glaris, et celui de l'entrée du Kloenthal.

La hauteur des osars que nous avons observés variait entre 10, 20 et 30 mètres. Leur forme est celle de cônes à base elliptique, dont le grand axe est dirigé dans le sens du cours des eaux. Ordinairement ils sont plus élevés et plus larges en amont, et se terminent

---

(1) Voyez *Études sur les torrents des Hautes-Alpes*, par Alexandre Surell, 1841, pag. 16.

(2) *Lettres sur l'histoire de la terre*, tome II, pag. 67.

(3) Remarks on the formation of alluvial deposits. *Edinburgh new philosophical Journal*, tome XI, pag. 1. 1831.

(4) *L. c.*, pag. 17.

(5) Notice sur les blocs de roches des terrains de transport de la Suède. *Ann. sc. natur.*, tome XIV. 1828.

en mourant vers l'aval. Tous leurs contours sont arrondis, et le sable fin constitue la plus grande partie de leur masse.

Les caps que nous avons remarqués autour de Disentis, Trons, Longenatsch, Tamins et Coire, ne sont qu'une forme particulière d'osars adossés contre le flanc des montagnes. Le tableau suivant présente les éléments hypsométriques de quelques uns d'entre eux, et ceux de l'osar surmonté d'une croix, des environs de Raezuns.

CAPS DILUVIENS.

LIEUX.	HAUTEUR DU SOMMET	
	au-dessus de la mer.	au-dessus du Rhin.
Disentis	1339^{m}	287^{m}
Trons	958	102
Raezuns (osar)	687	104
Tamins	683	100

3° La troisième forme du terrain de transport est celle de *terrasse*. (*Voy.* pag 344, pl. IV, fig. 3.) Une terrasse se compose d'une surface supérieure plane ou *plate-forme*, le plus souvent horizontale, et d'un talus incliné, interrompu quelquefois par les ressauts du terrain ou *banquettes* parallèles à la plate-forme. Le plan du talus est toujours sensiblement parallèle au cours du fleuve. La face du massif de la terrasse opposée au talus s'adosse aux flancs de la vallée.

Quand la terrasse se trouve, comme celle de Reichenau, au confluent de deux cours d'eau, elle prend la forme d'un delta horizontal. Le tableau suivant renferme les données numériques que nous avons recueillies sur les terrasses des vallées du Rhin.

TERRASSES DES VALLÉES DU RHIN.

VALLÉES.	NOMS.	HAUTEUR EN MÈTRES de la base au dessus de la mer.	HAUTEUR EN MÈTRES du sommet au dessus du Rhin.	PENTE DU TALUS.
Rhin antérieur.	Camischollas .	1345	69,6	»
	Disentis.....	1052	100,3	41° 0′
	Disla.....	977	35,8	»
	Rinckenberg..	835?	30,0	35 30
Rhin postérieur.	Andeer.....	980	37,0	35 30
	Pigneu.....	950	36,8	»
	Realta.....	615	46,0	35 0
	Reichenau....	583	72,0	»
	Tamins.....		72,9	»

II. De l'origine des formes du terrain de transport.

Nous avons déjà fait voir comment les deltas inclinés s'accroissaient sous nos yeux. L'origine des osars n'est pas moins évidente; leur formation est due à l'accumulation de sable et de cailloux roulés autour d'un noyau solide, ou déposés au point de rencontre de deux courants non parallèles C'est à l'action des eaux qu'ils doivent leurs formes arrondies Les caps sont des osars que l'eau ne baignait pas dans tout leur pourtour, mais seulement dans la partie saillante qui s'avance dans la vallée. Un heureux hasard nous a mis à même de vérifier directement ce que nous avançons.

On sait qu'en 1836 les habitants de Lungern, canton d'Unterwald, abaissèrent le niveau du lac qui remplissait tout le fond de leur vallée, en donnant à ses eaux une issue souterraine qui les conduit dans celui de Sarnen. Entreprise dans le but de gagner des terres à l'agriculture, l'opération réussit complétement; les eaux baissèrent lentement, et au bout de seize jours elles étaient au niveau du canal souterrain que l'on avait creusé. On voit donc maintenant les bords et une partie du fond de ce lac. Sa longueur totale est de 5 kilomètres environ; son tiers supérieur est à sec,

et le niveau actuel des eaux est à 30 mètres (1) au dessous de l'ancien niveau. Si l'on descend dans le fond desséché, et qu'on s'approche du rivage actuel, on remarque à son angle S.-E. un gros cap qui plongeait tout entier dans l'eau avant le desséchement du lac. Ce cap est formé d'un massif calcaire arrondi et usé, recouvert de cailloux roulés et de sable fin. La route qui côtoyait autrefois les rives du lac passe sur son sommet; mais elle-même est dominée par un autre cap élevé de 79 mètres au-dessus des eaux actuelles. Arrondi comme le premier, formé comme lui de graviers et de cailloux roulés enveloppant un noyau calcaire, il semble n'être que la répétition de celui que le desséchement du lac a mis à découvert. Si donc on admet que ce dernier est l'ouvrage du lac, on ne saurait contester au second une origine analogue. Au sommet de ce cap, qui se relie au flanc oriental de la vallée, on remarque des blocs erratiques à angles et à arêtes vives, ayant plusieurs mètres cubes de volume. Ils sont formés de roches primitives. Près de là, le hameau de Wildbach occupe le fond d'un golfe antédiluvien qui correspond exactement à un golfe du lac actuel, conquis à son tour sur les eaux par les travaux de l'homme.

C'est aussi à l'action des eaux tranquilles que les terrasses doivent leurs formes régulières. Les géologues qui ont vu des glaciers, étudié leurs moraines actuelles ou celles qu'ils ont laissées plus ou moins loin de leur extrémité inférieure, ne confondront jamais les terrasses avec des moraines non remaniées par les eaux. La coupe verticale et perpendiculaire à l'axe d'une moraine est un triangle plus ou moins régulier; celle d'une terrasse est un trapèze. Les blocs qui composent la moraine sont des masses de toutes grandeurs, à angles aigus, à arêtes vives, confusément entassées sans aucune trace de stratification. Les cailloux qui composent les terrasses ne présentent en général ni arêtes, ni angles vifs; ils sont d'autant plus arrondis, usés et polis, qu'on les examine plus loin de leur point de départ. Leur volume est moindre que celui des blocs erratiques, et ils présentent quelquefois des strates évidents, comme des couches de sable alternant avec des lits de cailloux. Nous voyons d'ailleurs des terrasses se former tous les jours sous nos yeux; les rivières, les canaux et les lacs, dont le niveau n'est pas constant, sont bordés de terrasses. Celui de Lungern en fournit aussi la preuve. Le rivage oriental de la partie desséchée a été déformé par des glissements de terre et des affais-

(1) Mesure barométrique de l'auteur.

sements du sol ; mais sur le bord opposé au N.-O. du lac, le hameau de Diselbach, situé près du village d'Oberseen, est placé sur une terrasse dont le bord est l'ancien rivage et dont le talus était autrefois immergé. Sa hauteur verticale est de 10 mètres environ, et sa pente varie entre 32 et 35°. Elle présente trois bastions arrondis, et se compose de gravier. Une partie plus terreuse est recouverte d'herbe et de quelques champs d'orge. Cette terrasse repose sur une autre toute récente, formée par les cailloux que roule le torrent qui se jette dans le lac et dont elle occupe le fond desséché. Cette dernière rappelle sous quelques points de vue les terrasses diluviennes. Sur une plus petite échelle, nous avions reconnu la même analogie en examinant le talus d'un banc de sable qui se trouvait près de Reichenau, au confluent des deux Rhins.

Mais, demandera-t-on, le talus de cette terrasse s'est-il formé à l'air libre depuis le desséchement du lac ou sous les eaux avant qu'on ait baissé son niveau? Nous allons examiner cette question. On sait que des matériaux meubles abandonnés à eux-mêmes offrent des talus dont l'inclinaison dépend de la grosseur et de la cohésion des matériaux entre eux ; c'est ce qu'on nomme le *talus naturel*. Ce talus, constant pour un même genre de matériaux, s'établit également à l'air et au sein d'une masse d'eau tranquille; il y a plus, sa limite paraît être la même dans ces deux milieux (1). Dès qu'on atteint les bords d'un delta, on trouve, suivant M. Yates (2), des profondeurs considérables. Il s'en est assuré sur celui de la Linth, dans le lac de Wallenstadt. Sur les bords du delta de la Kander, dans le lac de Thun, il y a une augmentation subite de profondeur, qui est de 380 mètres; et M. Lyell (3) estime l'inclinaison du talus à 30 ou 40°. Ainsi, les talus de la plupart des terrasses dont la pente est précisément comprise entre ces limites, peuvent avoir été formés sous les eaux. Mais les talus des terrasses de Tavetsch, de Disentis et de quelques autres ont, à ce que nous croyons, une origine différente; c'est l'érosion par les eaux courantes. Nous ne voulons pas dire par là que ces talus soient un effet *immédiat* de cette érosion ; car, si l'on examine des terrains meubles rongés *actuellement* par des eaux courantes, et surtout par des torrents, on reconnaît que l'escarpement qui domine le courant fait avec l'horizon des angles su-

(1) Dufrénoy et É. de Beaumont, *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, tome IV, pag. 160.

(2) *L. c.*, pag. 30 et fig. 26.

(3) *Principles of geology*, tome IV, pag. 83, fourth edition. 1835.

périeurs à 50°. L'eau affouillant sans cesse le terrain à sa base, il se forme un porte-à-faux, la masse s'écroule, et l'escarpement est presque vertical. En Suisse, on trouve partout des preuves de cette vérité; je citerai certaines parties des bords du Rhône, au-dessous de Genève; de l'Aar, près de Berne; de la Birse, au-dessus d'Angenstein. Le delta incliné qui porte le village de Donat, en face de Zillis, se termine par une terrasse dont le talus a une inclinaison de 30 à 35°; mais son extrémité en aval étant sans cesse rongée par les eaux du Rhin, est sensiblement verticale. L'escarpement oriental du grand delta de Reichenau a la même origine. M. Yates (1) a fait des observations analogues; il estime à 45° environ le talus de ces terrains, nombre qui est cependant au-dessous de la vérité. Lors donc que les eaux entament un terrain de transport, la berge est d'abord verticale; mais si elles cessent de l'affouiller, les matériaux meubles glissent les uns sur les autres, et le talus naturel finit par s'établir. C'est ce qui a dû se passer dans la formation du talus d'un grand nombre de terrasses. Les petits cours d'eau, tels que les ruisseaux qui n'affouillent pas leurs rives et creusent seulement le fond de leur lit, ont des berges inclinées de 30 à 40°, comme nous avons pu l'observer sur ceux qui sillonnent le delta de Reichenau, environs du château de Raezuns.

Si l'on accorde que les terrasses, les osars et les caps formés de matières alluviales doivent leur origine à un régime des eaux différent de celui que nous observons aujourd'hui, il ne nous reste plus qu'à rechercher quel était l'état de choses probable sous l'empire duquel ces dépôts se sont formés.

D'abord, il nous semble que ces dépôts ne sauraient être l'ouvrage des courants diluviens, tels qu'on se les représente. Torrents rapides et de courte durée, ils n'auraient point eu le temps d'accumuler ces immenses dépôts de matériaux provenant des montagnes voisines; ils n'auraient point nivelé les terrasses, arrondi les caps, caressé pour ainsi dire les contours des osars formés de sables fins. La débâcle de la vallée de Bagnes, celle de la Dent-du-Midi, les crues dévastatrices du Rhin, du Glenner et de la Nolla, n'ont rien laissé qui ressemble à des terrasses ou à des osars réguliers. C'est donc au sein d'eaux tranquilles ou de courants peu rapides que ces terrains se sont modelés lentement. Mais comment ces eaux tranquilles étaient-elles réparties et comment ont elles disparu?

---

(1) *Principles of geology*, tome IV, pag. 15, fourth edition. 1835.

Les deux vallées du Rhin faisaient-elles partie d'un grand lac qui se serait écoulé plus tard? Mais alors toutes les plates-formes des terrasses devraient coïncider avec un seul et même plan horizontal. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les deux profils qui accompagnent ce Mémoire, pour voir qu'il n'en est point ainsi. Admettrons-nous que ce lac ait eu différents niveaux? Mais dans ce cas il faut supposer autant de niveaux successifs que de terrasses; car aucune d'elles, celles de Realta et de Reichenau exceptées, n'est de niveau avec celles qui la précèdent ou qui la suivent. Il en est de même des caps dont les sommets sont sur une ligne sensiblement parallèle à la pente de la vallée du Rhin antérieur. Dira-t-on que les eaux se sont écoulées peu à peu et à différentes reprises? Cette hypothèse suppose l'existence d'une digue mobile dont on ne saurait se faire aucune idée ou nous conduit à admettre une série de ruptures successives dues à des bouleversements postérieurs au dépôt du terrain erratique.

Adopterons-nous, avec les anciens géologues, l'hypothèse de lacs successifs échelonnés sur les flancs des Alpes? Cette hypothèse serait soutenable si l'on retrouvait partout les digues qui retenaient les eaux. Quelques vallées se prêtent à cette explication; mais toutes (celle d'Andeer exceptée) nous conduiraient forcément à reconnaître que des révolutions postérieures à la formation des terrasses ont rompu ces digues, détruit ces barrières, et changé par conséquent le relief du sol. En effet, si on ferme en imagination la gorge de la Via-mala et le défilé de Rothenbrun, les vallées de Zillis et de Domleschg se transforment en lacs. Il en est de même de celle de Tavetsch, et de celle du Rhin antérieur en amont de Rinckenberg et de la gorge de Tavanasca. Mais l'hypothèse de biefs successifs n'est point d'accord avec tous les faits observés. Ainsi, dans la vallée de Disentis, dont la digue ne dépasse pas la plate-forme de la terrasse, les eaux auraient dû cependant s'élever, à cette époque, à une hauteur de 187 mètres au-dessus de la terrasse; mais alors où sont les restes de la digue colossale qui les maintenait? Si l'on suppose qu'une seule masse liquide occupait l'espace compris entre Disentis et Rinckenberg, comment expliquera-t-on la différence de niveau de 381 mètres qui existe entre les sommets des caps de Trons et de Disentis, et celle de 287 mètres qu'on trouve entre les terrasses de Disentis et de Rinckenberg (1)? Mêmes difficultés pour le lac qui devait occuper toute la vallée du Rhin, depuis Ilanz jusqu'à

(1) *Voyez* le tableau pag. 338, et la planche IV, profil n° 1.

Sarganz : car en considérant les différences de niveau du delta de Reichenau, des osars d'Ems et des terrasses de Mels, on reconnaît qu'en supposant encore fermée la gorge du Schollenberg, à travers laquelle le Rhin coule actuellement, le delta incliné de Sarganz ne pouvait, ainsi que nous l'avons vu, s'opposer à la jonction du Rhin et du lac de Wallenstadt. En outre, pour expliquer le relief actuel de la contrée, nous sommes inévitablement conduits à admettre un soulèvement postérieur au dépôt du terrain erratique; soulèvement dont nous n'avons aucune preuve, dont nous ne trouvons aucune trace, car l'horizontalité des strates est évidente partout où on peut les distinguer. Les deux hypothèses précédentes ne peuvent donc être soutenues qu'en supposant un bouleversement postérieur à la formation des terrasses; je pense donc qu'elles ne sauraient être admises

Il est une quatrième hypothèse due à M. de Charpentier, qui, bien que sujette à des difficultés réelles, est cependant préférable à celles que nous avons rapportées. En effet, elle explique à la fois l'origine et la puissance des dépôts dont nous parlons, celle des masses liquides qui les ont modelés, et elle ne nous force point, comme les autres, à invoquer des bouleversements postérieurs pour rendre compte de l'émergence des terrasses ou de l'écoulement des eaux. Près du glacier de Hinterrhein, et depuis Splugen jusqu'à Andeer, j'ai trouvé partout où la vallée se rétrécit, mais surtout dans les gorges de Suvers et celles de la Rofla, des roches moutonnées et polies. La ruine de la Bærenburg, au-dessus d'Andeer, est située sur un groupe de dômes arrondis, aussi bien caractérisés que ceux de la Handeck (1). Toutefois, sans nier qu'elles existent, nous dirons que nous n'avons point trouvé de surfaces polies entre Andeer et Reichenau ni dans la vallée du Rhin antérieur, depuis Disentis jusqu'à Ilanz. Si l'on admet néanmoins que des glaciers remplissaient autrefois les vallées du Rhin antérieur et du Rhin postérieur, le terrain que nous avons décrit leur doit son origine. Les caps et les terrasses disposés sur le flanc des vallées sont des restes de moraines latérales, et le terrain de transport qui remplit le fond de la vallée est formé par la réunion de leurs moraines médianes, superficielles et profondes, réunies et recouvertes en grande partie d'alluvions modernes (2). L'eau qui a modelé ces terrains provient de la fusion

---

(1) *Voyez* Agassiz, *Études sur les glaciers*, pag. 254, et planches 15 et 16.

(2) J'appelle *moraines médianes superficielles* celles qui occupent la sur-

de ces immenses glaciers. Nous ne répugnons nullement à admettre que les moraines latérales des glaciers diluviens aient eu 100 à 200 mètres d'élévation, car nous sommes convaincu que dans leurs parties supérieures, les glaciers ont une grande puissance; M. Agassiz le prouvera, nous l'espérons directement, en continuant le forage qu'il a commencé sur celui de l'Unteraar. Si l'on objectait que dans les parties supérieures de la vallée du Rhin à Disentis, par exemple, les moraines paraissent plus puissantes que dans le bas de la vallée, où un plus grand nombre de débris aurait dû s'accumuler, nous répondrions que le Rhin élève sans cesse son lit dans la partie inférieure de la vallée, tandis qu'il le creuse dans son *bassin de réception* (1). Or, c'est toujours le niveau des eaux actuelles que j'ai pris pour point de repère, et il est très possible que, dans l'origine, les dépôts inférieurs de Disla, Rinckenberg et Realta aient été plus puissants que ceux de Disentis et de la vallée de Tavetsch.

Si l'on admet l'existence de glaciers diluviens, M. de Charpentier (2) explique ces formes régulières du terrain erratique en supposant autant de lacs partiels barrés par des moraines ou par des glaciers, comme le sont encore aujourd'hui le lac d'Aletsch, celui de Combal, et le Mattmarger-See. Mais quand on examine les cailloux roulés et le sable dont se composent la plupart des terrasses et des osars, on voit qu'ils ont dû subir pendant longtemps l'action des eaux en mouvement, et l'on ne comprend pas qu'un semblable effet ait pu se produire dans de petits lacs encaissés, sans orage, sans courants comme devaient être ceux qui se trouvaient ainsi enclavés entre le glacier et le flanc des vallées. J'ajouterai qu'il m'est impossible de voir une moraine dans le plateau sablonneux et parsemé d'osars qui domine Reichenau. C'est un delta d'alluvion dont les matériaux ont pu être arrachés à des moraines, mais qui ont été transportés et ensuite modelés par des eaux courantes non torrentielles.

L'explication à laquelle nous nous arrêterons sans nous dissimuler le moins du monde toutes les objections qu'on peut lui opposer, est celle-ci :

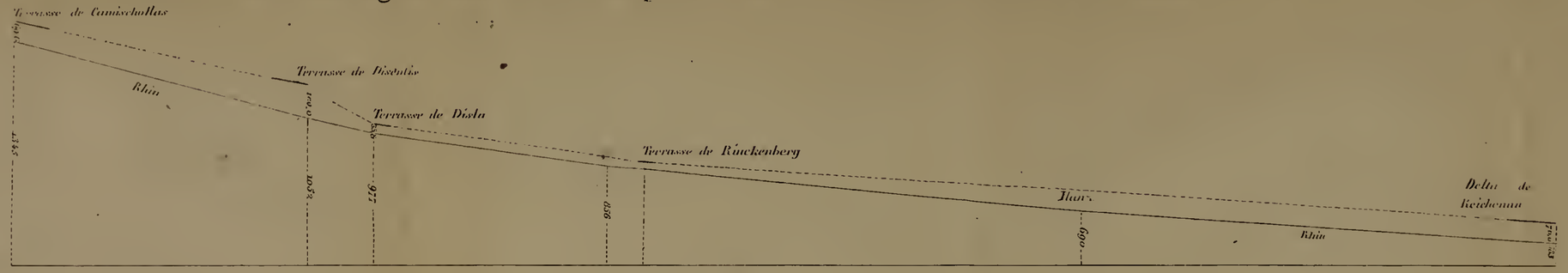
---

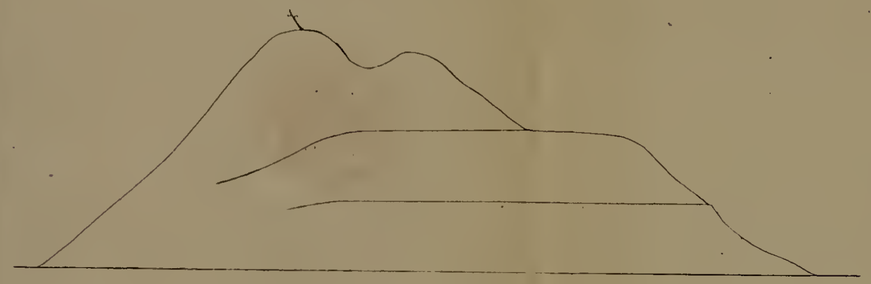
face d'un glacier, considérées d'une manière collective; *moraines profondes*, cet amas de gravier et de blocs sur lequel le glacier repose. Il est évident que la fusion d'un glacier doit réunir les moraines superficielles à la moraine profonde.

(1) Surell, *l. c.*, pag. 14.

(2) *Essais sur les glaciers*, pag. 63.

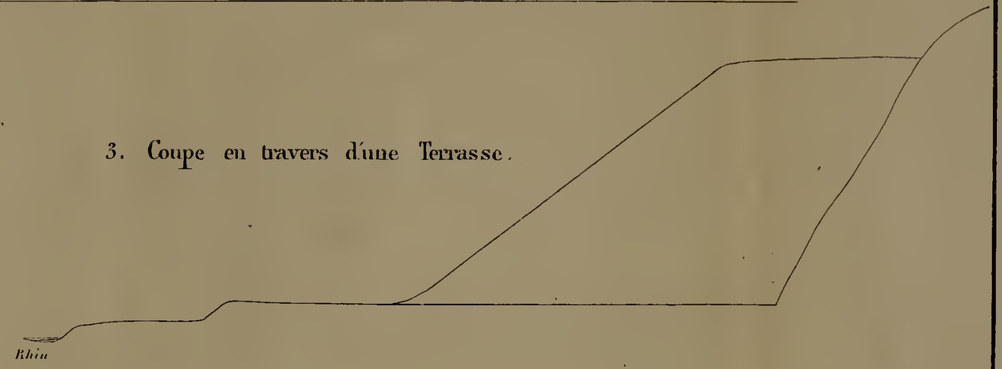
1. Profil en long du Rhin antérieur et position des terrasses sur les flancs de la vallée.



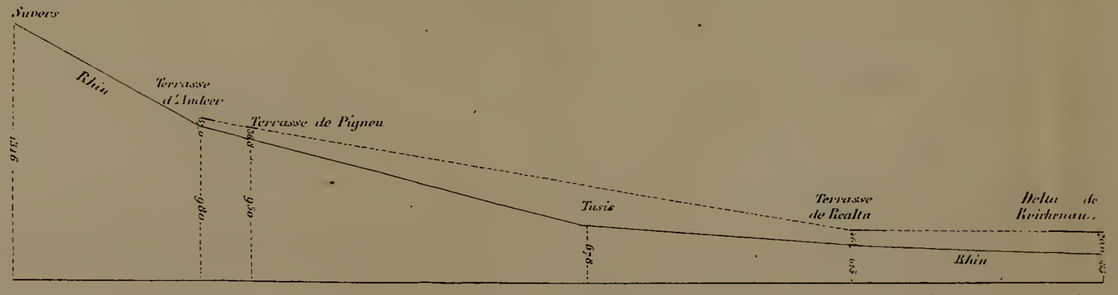


4. Osar de Raezuns.

3. Coupe en travers d'une Terrasse.

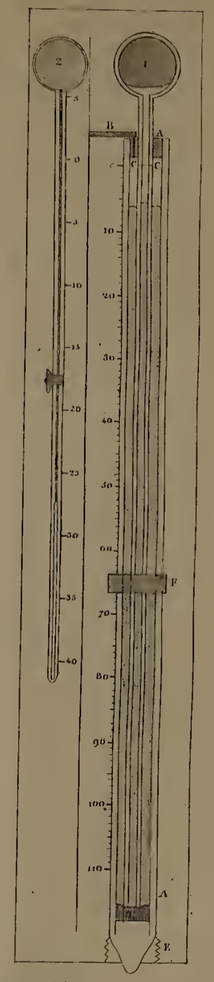


2. Profil en long du Rhin postérieur et position des terrasses sur les flancs de la vallée.



Echelles des Profils du Rhin.

Piezomètre ½ Grandeur.



A Tube à air
A A Tube à mercure
C C Bouchons laissant passage au tube à air.
B Obturateur de l'orifice C.
D Rondelle de caoutchouc
E Bouchon à vis pour maintenir le tube à mercure.
F Curseur servant de vernier
2 Thermomètre à mercure

Mémoire sur les formes régulières du Terrain de transport dans les Vallées des deux Rhins.

Imp. Simon à Paris

BRITISH MUSEUM
GOLD
NATURAL HISTORY

1° Si l'on admet l'existence de grands glaciers diluviens, les matériaux du terrain erratique ont été fournis par les moraines superficielles et profondes de ces glaciers; 2° la fusion de ces glaciers a donné naissance à de grandes nappes liquides, dont le niveau variait en raison de la fonte des glaces et de l'écoulement des eaux; 3° le terrain erratique s'est modelé sous l'influence des courants qui parcouraient ces nappes d'eau, et il a pris les formes de caps, d'osars et de terrasses; 4° les matériaux des moraines, entraînés à des distances variables, ont formé des deltas et des osars semblables à ceux des lacs et des rivières, et des dépôts souvent fort éloignés du lieu de leur origine. Nous reconnaissons donc l'action de deux causes, les glaciers et l'eau. L'existence des glaciers diluviens nous fait comprendre l'accumulation de ces masses énormes de débris dans les hautes vallées des Alpes; leur fusion nous explique les formes régulières, la stratification horizontale et l'usure des débris qui composent la plus grande partie du terrain erratique.

Nous n'avons point la prétention d'étendre cette hypothèse à toutes les terrasses dont nous avons signalé l'existence en Europe et en Amérique. Même en Suisse, nous croyons que toutes celles qui ne sont pas dans les hautes vallées sont l'ouvrage des eaux qui ont entraîné les matériaux détachés des montagnes et surtout des moraines où ils étaient accumulés.

Il y a plus, nous pensons avec MM. Bravais, Bayfield et Lyell, que les terrasses du Finmarck, du Canada, des Andes et de toutes les vallées qui s'ouvrent directement sur la mer, doivent leur émergence aux soulèvements lents et successifs de la côte, soulèvements dont on trouve aujourd'hui des preuves sur un si grand nombre de points du littoral des deux continents.

A la suite de cette lecture M. Boubée rappelle ce qu'il a écrit précédemment sur les vallées à plusieurs étages ou gradins. Leur caractère essentiel, dit-il, est que les matériaux qui composent ces gradins sont d'une grosseur différente dans chacun d'eux. Ainsi le premier étage ou le gradin inférieur est composé de sable fin; le deuxième, de sable plus gros; le troisième, de gravier, et, enfin, dans le quatrième se trouvent les blocs les plus volumineux. Cette disposition des éléments constituants des gradins a porté M. Boubée à admettre que chacun d'eux pouvait avoir une origine diffé-

rente, ou appartenir à une époque distincte. Il faut, ajoute-t-il, tenir compte aussi de la largeur de ces terrasses avec la grosseur des matériaux qui les composent. Quant à leur formation, M. Boubée pense que ces divers gradins représentent les lits successifs d'un grand cours d'eau dont le volume et la rapidité ont diminué successivement, et qui dans chacune de ses périodes a charrié des débris en rapport avec sa masse et sa vitesse.

M. Martins répond qu'il n'existe pas en Suisse de disposition semblable dans la grosseur des éléments du dépôt de transport. Les blocs anguleux sont disséminés dans toute la masse du terrain erratique.

M. Boubée lit la note suivante :

Je viens de passer près de deux ans dans les Pyrénées, et j'y ai fait, notamment sur la question des *glaciers*, quelques recherches dont je m'empresse de présenter à la Société les principaux résultats.

Avant tout, j'avais voulu visiter dans les Alpes ces anciennes traces de glaciers, les grandes moraines, et les roches polies et striées, signalées par les géologues suisses, surtout par M. Agassiz, mon honorable ami, comme démontrant l'existence d'anciens glaciers sur toutes les Alpes, sur la Suisse tout entière et sur les contrées qui l'avoisinent.

Incrédule et opposant, jusqu'au jour de la démonstration sur le terrain, je crois que, sans ce voyage dans les Alpes, je n'eusse point admis cette grande théorie proposée par M. Agassiz et par les autres géologues de la Suisse et de l'Allemagne. Mais après avoir vu les faits sur place en compagnie de ces messieurs, qui surent faire aux géologues français l'accueil le plus honorable et le plus affectueux, mon opinion fut entièrement changée, et je quittai les Alpes convaincu de ce fait remarquable, que ces montagnes et les vallées qui les environnent furent long-temps, et à une époque peu reculée dans la vie du globe, entièrement couvertes de glaces éternelles, à peu près comme le sont aujourd'hui nos régions polaires.

Je ne doutai pas que les Pyrénées, et les Cévennes qui unissent les Alpes aux Pyrénées, ne dussent présenter les mêmes traces. J'étais convaincu qu'à une époque où la température climatérique des Alpes permettait à ce pays une calotte générale de glaces,

toutes les contrées voisines et surtout les chaînes de montagnes devaient subir plus ou moins les mêmes conditions. M. Agassiz me confirma dans ces prévisions, et me laissa même espérer qu'il pourrait faire l'année suivante le voyage des Pyrénées pour explorer avec moi ces belles montagnes sous ce point de vue. Ses nombreux travaux l'ont empêché de réaliser encore ce projet.

C'est donc seul, ou plutôt accompagné de quelques élèves, que je viens de parcourir une grande partie des Pyrénées, remontant toujours de la plaine dans les hautes vallées, et jusqu'aux glaciers le plus souvent inaccessibles qui donnent naissance à leurs gaves.

Comme je l'avais pressenti avec M. Agassiz, j'ai retrouvé dans les Pyrénées les mêmes traces qui se montrent si bien dans les Alpes, et ce nouveau point de similitude entre ces deux chaînes m'a vivement frappé. Ainsi, dans toutes les grandes vallées pyrénéennes, soit sur le versant espagnol, soit sur le versant français, on reconnaît sans peine des roches polies et striées, incontestablement dues à l'action de glaciers qui ont cessé d'exister avant toute tradition historique, et de grandes moraines qui se retrouvent jusqu'en dehors de la chaîne, et qui démontrent surabondamment que non seulement ces montagnes en entier, mais encore la plaine environnante, sur plusieurs points, sont restées long-temps couvertes de glaces, comme les Alpes, comme nos régions polaires.

J'ai reconnu des surfaces polies et striées dans les vallées de la Pique, du Lys, du Larboust, d'Aran, de Venasque, de Louron, de Gavarnie, etc., et des moraines, non seulement dans toutes ces vallées, mais dans plusieurs autres où je n'ai pas rencontré des surfaces polies. Parmi les moraines les plus remarquables, je citerai celles de Garen, près Bagnères de Luchon, celles que l'on rencontre en descendant la vallée de Venasque, en Espagne; il y en a quatre ou cinq qui sont dans un état admirable de conservation, celle de Labroquère, près Saint-Bertrand de Comminges; celle de Tibiran, près la grotte de Gargus; celle de Gripp; celle d'Argelès; celles de la vallée de Gavarnie et de Heas; celle d'Arudy, près de Pau; celles du confluent de la Taule, de Tarascon et d'Orgeix, dans l'Ariége; celle du Vernet, au pied du Canigou, etc., etc.

Je dois faire remarquer qu'il est beaucoup plus facile de retrouver les anciennes moraines que les roches polies et striées; car l'incessante érosion des agents extérieurs, dénudant peu à peu les montagnes sur tous les points, fait disparaître de jour en jour leurs surfaces anciennes. On ne peut donc espérer de retrouver que quelques lambeaux existant encore çà et là de ces surfaces

polies, et encore pour les découvrir tous faudrait-il minutieusement explorer le flanc des montagnes dans tous les sens. Les moraines, au contraire, qui barrent les vallées et en obstruent le fond, ne peuvent échapper à l'exploration même la plus rapide, et, de même que dans les Alpes, on retrouve partout de ces grandes moraines; on en reconnaît aussi dans les Pyrénées, à chaque pas, plus ou moins intactes, plus ou moins démantelées par les courants.

J'ai donc acquis la certitude que le phénomène qui, dans les Alpes, se trahit par des roches polies et striées et par de grandes moraines jusqu'à plusieurs lieues au-devant des glaciers actuels, s'est produit absolument de la même manière sur toute la chaîne des Pyrénées.

Quant aux Cévennes, je n'ai pu les revoir encore pour les observer sous ce point de vue; mais les souvenirs qui me restent d'une ancienne excursion à travers ces montagnes ne me laisseraient pas hésiter à penser qu'elles doivent offrir les mêmes traces, si la théorie elle-même ne rendait déjà cette conclusion inévitable. Néanmoins je les laisse en dehors de cette note.

Je me borne donc à constater l'analogie parfaite qui s'établit entre les Alpes et les Pyrénées relativement au phénomène des anciens glaciers.

Maintenant, il reste à savoir quelles autres parties du globe présentent des traces semblables d'anciens glaciers; car il importe d'établir tout d'abord si ce phénomène a été général ou si, comme je le pense, il se trouve circonscrit dans des limites plus ou moins comparables à celles de nos glaces polaires actuelles. Cette recherche est, à mon avis, l'une de celles qui doit jeter le plus de lumière sur la physique du globe et sur la théorie géologique tout entière.

Après quelques observations de MM. d'Omalius, Leblanc et Boubée sur les dépôts de transport de la vallée du Rhin, M. E. Robert lit successivement deux notices intitulées :

1° *Recherches géologiques et métallurgiques sur des minerais de fer hydroxidé, notamment du fer pisolithique, et sur un gisement remarquable de deutoxide de manganèse hydraté observé à Meudon;*

2° *Mémoire sur des dents et des coprolites de Sauriens, sur les ossements de Lophiodon, de Crocodiles et de Tortues, accompagnés de graines de Chara observées dans la partie supérieure*

du calcaire marin grossier de Passy, et suivi de considérations étiologiques relatives aux gisements ossifères de cette localité et de celle de Nanterre.

Par suite de la communication de M. Eugène Robert, M. Charles d'Orbigny dit que la présence du grès manganésifère dans l'étage des Meulières supérieures est connue depuis plusieurs années. Dès 1837, il en a présenté à la Société quelques beaux échantillons, provenant de la montagne de Train, près Saint-Ange, et aussi riches en manganèse que celui d'Orsay. Ces échantillons, qu'il a recueillis en faisant une course géologique avec M. de Roys, forment deux ou trois petites couches minces, mais d'une assez grande étendue dans les argiles à meulière.

M. Ch. d'Orbigny rappelle aussi qu'il a déjà communiqué à la Société des échantillons de calcaire de Passy, contenant des graines de Chara, des dents de Lophiodon, de Reptiles, et des ossements de Tortues. On y trouve de plus des *Cyclostoma mumia*, des Lymnées, des Paludines, des dents et des vertèbres de poissons, des os d'oiseaux et des dents d'Anthracotherium, de Carnassiers et de Rongeurs.

Suivant M. d'Orbigny, cette couche de calcaire à Gyrogonites (ou graines de Chara) ne recouvre pas immédiatement l'assise à lignite, ainsi que le pense M. Robert. Les lignites du calcaire grossier, dont M. d'Orbigny a cherché à bien déterminer la position invariable, sont placés au dessous du banc de calcaire nommé *banc vert* par les ouvriers, lequel est parfaitement caractérisé par sa couleur, généralement d'un jaune verdâtre, et par les corps organisés qu'il contient.

Au-dessus de ce banc, qui est la limite du calcaire grossier moyen, se trouve l'assise supérieure du calcaire grossier, notamment le calcaire marin à nombreuses cérites connu sous le nom de *Roche*. Puis, enfin, vient l'étage, en grande partie lacustre, des calcaires fragiles (*Caillasses*) vers la base duquel est le calcaire à graines de Chara.

Après la communication de M. Robert, M. Leblanc annonce qu'il a observé aussi le même fait dans deux localités différentes, 1° au bastion 65, à droite de l'allée qui va du

Point du Jour à Boulogne Le diluvium reposant sur la craie a 6 mètres d'épaisseur. C'est à 5 mètres au-dessous du sol qu'on y trouve une couche de $0^m,20$ composée de galets noircis par une substance qui détache légèrement sur les doigts et le papier. La partie inférieure du galet est toujours la plus noire. Ces galets sont, en outre, tachés d'une concrétion blanche. Les taches semblent plus fréquentes en dessous qu'en dessus.

2° En allant de Nogent à Vincennes, on trouve à droite la carrière dite de Fontenoi ; elle présente la coupe suivante : Terre végétale $0^m,50$; sable rouge sans fossiles $2^m,50$; sable jaune sans fossiles $0^m,50$; sable rouge $2^m,20$; sable diluvien ordinaire avec galets $0^m,60$; galets noirs, surtout en dessous avec taches blanches, $0^m,20$; sable blanc avec galets et cérites roulés, 1 mètre ; le sol de la carrière est encore du diluvium.

M. Leblanc fait remarquer qu'on pourrait peut-être expliquer la décoloration des galets à la partie supérieure par les eaux qui filtrent doucement à travers les sables ; mais la coloration en noir d'une couche diluvienne observée sur des points distants entre eux de plus de 3 lieues et demie, n'en reste pas moins un phénomène très remarquable.

EXTRAIT DES OUVRAGES ÉTRANGERS.

Don Joaquin Ezquerra del Bayo, ingénieur de première classe, professeur à l'École des mines de Madrid, a donné dans les *Annales des mines d'Espagne* (Madrid, 1841), une notice sur la Sierra di Moncayo, sur laquelle il avait déjà publié un article dans le Journal de Leonhard, 1836. Dans cette nouvelle étude, il s'est convaincu que la chaîne de Moncayo a été formée par le soulèvement des assises appartenant aux quatrième et cinquième groupes du professeur Bronn, savoir :

4e groupe. Vieux grès rouge (old red sandstone).

5e groupe. Calcaire anthraxifère (mountain limestone).

En plusieurs lieux, au midi de Moncayo, ce même terrain forme la Sierra d'Atienza, s'appuyant sur les terrains primitifs à l'extrémité orientale de la grande cordillère de Guadarrama, qui se termine en se recourbant et s'approchant de Madrid par Colmenar et Torrelaguna, et se lie probablement à la Sierra de Mo-

lina, vers Siguenza. Ce qu'on peut assurer, c'est la grande extension de cette formation du vieux grès rouge et du calcaire de montagne dans cette partie de l'intérieur de l'Espagne, et dont l'étude éclaircira beaucoup les rapports géographiques des chaînes centrales qui se relient entre elles.

Les dépôts métallifères sont peu abondants dans ces terrains. C'est surtout dans le schiste argileux et la grauwacke, et dans l'écorce primitive sous-jacente qu'on trouve les plus grandes richesses minérales. Il y en a cependant quelques unes dans le vieux grès rouge, comme à Calcena, qui pourraient fournir une exploitation avantageuse (1).

Au-dessus du vieux grès rouge vient le calcaire de montagne, qui prend un si grand développement sur le flanc N. de la chaîne de Moncayo. Partout le terrain houiller proprement dit est superposé à ce calcaire; ainsi, il ne serait pas étonnant qu'on en trouvât quelques lambeaux sur ce flanc septentrional.

C'est surtout en Espagne qu'une description purement géographique des chaînes est peu en harmonie avec la constitution géognostique. Les diverses époques de soulèvement ont produit un entrelacement de chaînes qu'il est difficile de débrouiller avec si peu d'observations. La théorie de M. Élie de Beaumont pourrait y trouver une grande confirmation, si l'on étudiait bien le relief de la Péninsule.

Du peu d'observations recueillies par don J. Esquerra, il croit pouvoir dire que Moncayo, par sa partie orientale où elle forme ce qu'on nomme la Sierra d'Aranda (Aragon), s'appuie sur le terrain plus ou moins soulevé du vieux grès rouge, et se divise vers le midi en deux rameaux : l'un, par Catalayud, va à la Sierra d'Albaracin; l'autre, peu sensible en quelques points, tend à s'unir à la chaîne principale de Somma Sierra, dans une direction qui s'écarte peu du N.-E. au S.-O. C'est ce second rameau qui forme la ligne de partage entre l'Océan et la Méditerranée.

Ce qu'on nomme proprement la chaîne de Moncayo n'est pas formé par le vieux grès rouge, mais par les divers membres du calcaire anthraxifère, dont les couches également soulevées forment une autre cordillère qui s'appuie sur celle de Moncayo ou sur l'extrémité N. de celle que nous avons décrite, et se dirige au

(1) Dans une note supplémentaire, M. Ezquerra del Bayo dit qu'il a reconnu postérieurement que le gîte de Calcena et les autres analogues ne sont pas dans le grès rouge, mais dans un banc de quarzite, recouvert par le grès rouge à stratification discordante.

N.-O. vers Burgos par la Sierra de Cameros et de Saint-Laurent, dont la réunion forme une ligne que l'on doit par conséquent considérer comme un membre commun.

Vieux grès rouge.

C'est à Calcena (province de Saragosse) que la formation du vieux grès rouge est le plus développée. C'est le point culminant du soulèvement de ce terrain que rien n'y recouvre. C'est sans doute à ce soulèvement que se lie l'origine du gîte métallifère qu'on y rencontre. Ce terrain est formé par une nombreuse alternance de grès et argiles très ferrugineux, ce qui leur donne une teinte rouge plus ou moins intense. Des veines de spath calcaire les traversent dans toutes les directions. Dans les parties les plus ferrugineuses, on voit des veines de fer oligiste qui paraît s'être aggloméré, par suite des influences atmosphériques, dans les séparations des feuillets de la roche. Les seuls fossiles sont des empreintes végétales indéterminables.

Sur ce membre du grès rouge proprement dit en vient un autre de grès blanc très faiblement aggloméré, sillonné par les eaux dans toutes les directions.

La dénudation de ces roches permet de voir que le soulèvement a formé des fissures tortueuses, et dont la profondeur va à plus de 1,000 pieds.

Calcaire de montagne.

On le voit à Talamantes, Ambel, Agreda et plusieurs autres lieux, tous situés sur le flanc N. de la Sierra de Moncayo et de Cameros. Le calcaire y domine avec des alternances de grès et d'argiles, et à la partie supérieure (géologiquement parlant), un conglomérat plus ou moins fin, d'un gravier quarzeux, la *grauwacke moderne*, d'où surgissent les eaux thermales de Fitero et d'Arnadillo, et les eaux sulfureuses de Gravalos, où est mis à découvert, sur quelques points, le vieux grès rouge d'une couleur plus foncée qu'à Calcena et toujours inférieur au calcaire.

Au mont Yerga, on voit les couches plus inférieures du grès rouge, savoir : le schiste argileux ferrugineux, et à Autol, le membre supérieur de grès blanc qui a formé par la dénudation deux pics de 50 à 60 pieds de haut.

Ce calcaire est d'une couleur charbonnée obscure. Le mélange d'argile et de bitume le fait se décomposer facilement. Ce qui le caractérise surtout est une très grande abondance de cubes

parfaits de pyrites qui, moins décomposables que la roche, jonchent quelquefois le sol. Assez souvent cependant il est plus compacte, on n'y voit pas de pyrites, mais des veines spathiques. La roche est toujours noirâtre. A Igea de Cornago et Gravalos, les couches supérieures placées sous la grauwacke moderne contiennent des moules nombreux de bivalves et d'univalves; des bivalves incomplètes paraissent appartenir surtout à des Nymphacées; dans les univalves est la *Melania biliniata* de Hœninghauss, caractéristique de ce calcaire, ainsi que la *Terebratula plicatella* (Dalmann), qu'on trouve à Cameros.

Terrains tertiaires.

Le caractère le plus remarquable de la constitution géognostique de l'intérieur de l'Espagne est la diversité des lacs qui devaient exister à l'époque tertiaire. Quelques uns d'entre eux étaient très étendus et à une grande élévation au dessus du niveau de la mer. Ils étaient analogues à ceux qui existent aujourd'hui dans les Alpes, *avec cette particularité que les mollusques qui y vivent sont presque uniquement ceux qui existaient autrefois dans ceux d'Espagne.*

Les bassins de ces lacs offrent des couches sédimentaires, dont les matériaux sont arrachés, comme on pouvait le prévoir, à leurs anciens rivages.

La chaîne de Moncayo formait la digue d'un lac qui est aujourd'hui le bassin tertiaire de l'Ebre. Toutes les roches de l'époque secondaire y manquent entièrement. Dans ce bassin, il y a de grands dépôts de gypse en couches horizontales, contenant des concrétions siliceuses et de petits cristaux de quarz et d'argile. L'origine de ce gypse paraît être due à une action chimique de l'acide sulfurique fourni par la combustion des pyrites du calcaire de montagne, sur la chaux de ce calcaire. La silice et les cristaux de quarz viennent de la grauwacke moderne. Le sol de ces assises est d'une grande stérilité. Les dépôts fournis, au contraire, par le vieux grès rouge et les argiles ferrugineuses sont généralement mieux arrosés et très fertiles.

Mine de Sainte-Constance, près Calcena.

Le vallon d'Antomé, à 1 lieue de Calcena, de 1,000 pieds de profondeur, présente des couches qui, comme la direction générale de la stratification, courent du N.-E. au S.-O. de la boussole, et sont inclinées de 30° au N.-O. On y trouve plusieurs filons,

dont le principal ou le mieux reconnu affleure au milieu de la falaise. Il est constitué par une masse d'argile ferrugineuse, avec grande abondance de spath calcaire, de quarz et de barytine. Le plus abondant des minéraux est la galène (contenant 65 p. 0/0 de plomb et 2 livres d'argent par quintal de plomb); ensuite du fer spathique, du cuivre gris, de la pyrite cuivreuse, du cuivre sulfaté, de la blende et de la calamine.

L'exploitation de cette mine, entreprise en 1830, a été abandonnée, après des dépenses considérables, en 1833, soit par l'effet des troubles politiques de l'Espagne, soit par toute autre cause.

Séance du 16 *mai* 1842.

PRÉSIDENCE DE M. ALC. D'ORBIGNY, *vice-président.*

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

BRUNEL (Pierre-Éloi), capitaine d'artillerie, à Toulouse, présenté par MM. Leymerie et de Lamothe;

LOGAN (William-Edmond), à Montréal (Canada), présenté par MM. de Verneuil et d'Archiac;

MEYNARDI (Charles), avocat à Turin, présenté par MM. Alc. d'Orbigny et de Pinteville;

Le colonel BURDETT, à Paris, présenté par MM. Leblanc et Ch. d'Orbigny.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. le Ministre de la Justice et des Cultes, le *Journal des savants*, année 1842, n^os^ de janvier, février, mars et avril.

De la part de M. Ch. d'Orbigny, la 22e livraison, tom. II, du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dont il dirige la publication.

De la part de M. A. Buvignier, sa *Statistique minéralogique*

et géologique du département des Ardennes, faite avec la collaboration de M. C. Sauvage. In-8°, 554 pages, 5 planches. Mézières, 1842.

De la part de M. Billaudel, sa *Notice relative à la canalisation de l'ouest et du sud-ouest de la France.* (Extrait du registre des *Procès-verbaux des séances de l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux.*) In-8°, 14 pag. Bordeaux, 1841.

De la part de M. Favre, ses *Remarques sur les anthracites des Alpes.* (Extrait du tome IX des *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.*) In-4°, 26 pag., 2 planches.

De la part de M. Hausmann, *Gottingische*, etc. (Notice scientifique de la Société royale de Gottingue). 66 stud. 25 avril 1842.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Annales des mines, tome XX, 5e livraison de 1841.

Comptes-rendus de l'Académie des sciences, 1842, 1er semestre, tome XIV, nos 18 et 19.

Bulletin de la Société de géographie, n° 99, mars 1842.

L'Institut, nos 436 et 437.

L'Écho du monde savant, nos 726, 727, 728 (12 mai) et 728 (15 mai).

The Mining Journal, nos 349 et 350.

The Athenæum, n° 759.

Le Secrétaire donne lecture 1° d'une lettre de M. le Ministre de la justice, qui annonce l'envoi du *Journal des savants;* 2° d'une lettre de M. Billaudel, qui offre à la Société sa notice indiquée ci-dessus.

M. Alc. d'Orbigny lit l'extrait suivant d'une lettre de M. Agassiz.

« La conformité des résultats de nos travaux, les routes parallèles que nous suivons ne peuvent que gagner en importance à » des relations d'échanges. L'habitude que j'ai prise d'adresser » à des journaux allemands les premiers faits de mes recherches, » ne vous aura sans doute pas permis de remarquer la parfaite

» identité des conclusions auxquelles nous arrivons sur la répar-
» tition des fossiles dans les terrains et dans leurs divers étages;
» mais vous les retrouverez dans les dernières livraisons de nos
» *Echinodermes*, et dans ma *Monographie des Myes*, qui vient en-
» fin de paraître. »

M. Alc. d'Orbigny communique les observations ci-après:

Quelques objections m'ayant été faites relativement au résultat que j'avais obtenu de la comparaison des fossiles, quant au manque complet de terrain néocomien et de gault dans l'ancien golfe crétacé de la Loire, j'ai voulu vérifier quelles étaient, sur un grand nombre de points de ce bassin. les dernières couches crétacées, en contact avec les terrains jurassiques; et, relativement aux couches de craie chloritée de Rouen, par exemple, l'âge des craies tufau et des grès verts des départements de la Sarthe, de Maine-et-Loire, d'Indre-et-Loire et des Deux-Sèvres. Je vais communiquer à la Société le résultat de mes observations à cet égard.

J'ai vu la première superposition des terrains crétacé et jurassique, en allant de la Ferté-Bernard à Saint-Côme, sur la route d'Alençon. Là, j'ai traversé la craie tufau blanche, la craie tufau contenant beaucoup d'*Ammonites rhotomagensis*, les sables rouges du grès vert qui se trouvent au-dessous, et reposent immédiatement sur des calcaires jurassiques peut-être de l'étage portlandien. Cet étage plonge ici à l'E., tandis que les terrains crétacés supérieurs s'étendent en couches presque horizontales.

En revenant de Saint-Côme, près de la Ferté-Bernard, on descend vers la vallée, on traverse les mêmes craies tufau qui couvrent tout l'intervalle, et l'on atteint la Ferté-Bernard, placée sur des couches jurassiques appartenant à l'étage corallien.

En allant de la Ferté-Bernard à Saint-Calais, on foule d'abord les terrains portlandiens où, dans la commune de Cherré, on exploite de belles pierres de taille; ces couches se montrent jusqu'à 1 lieue environ, puis elles plongent, au S.-E., sous la craie chloritée qu'on aperçoit d'abord en buttes, avant les Maisons-Rouges, et qui se développent de plus en plus en marchant vers Lamnay. Ici, de même qu'à la Ferté-Bernard et à Saint-Côme, il n'y a aucune trace de gault ni de terrain néocomien; les dernières couches crétacées étant, soit de la craie chloritée avec le *Cardium hillanum*, les *Ammonites Mantellii*, *Falcatus*, *Beaumonianus* et le *Turrilites tuberculatus*, soit des sables où j'ai rencontré

l'*Ammonites Rhotomagensis*, appartenant également à l'étage des craies chloritées.

Ecomoy (Sarthe) m'a encore offert, sur deux points, le contact des terrains crétacés et jurassiques. Le premier a lieu à la porte même de la ville. On y voit de petites buttes de craie chloritée minéralogiquement très bien caractérisée, reposer immédiatement sur des calcaires jaunes renfermant une espèce voisine de l'*Hypopodium ponderosum* et beaucoup de Crinoïdes, qui me parurent dépendre de l'étage corallien. Le second est près de la Vacherie, au N.-N.-O. sur la route du Mans. La craie chloritée s'y montre au-dessus d'une alternance de bancs de calcaire ou de marnes bleues, dans lesquels je reconnus les *Ammonites perarmatus*, *cordatus*, le *Belemnites hastatus*. J'en ai conclu que ces bancs sont une dépendance de l'étage oxfordien.

Dans le département des Deux-Sèvres, guidé par notre honorable collègue M. de Vielbanc, auquel la paléontologie doit de belles découvertes, j'ai vu sur plusieurs points le contact des terrains crétacé et jurassique, principalement aux villages de Launay et de Mayé, entre Thouars et Tourtenay, ou entre Thouars et Saumur. Partout j'ai trouvé la craie chloritée représentée par un calcaire verdâtre décomposé, immédiatement assis sur des calcaires blancs jaunâtres qui appartiennent au lias supérieur, et renferment, à Verine, les *Ammonites bifrons*, *insignis*, *serpentinus*, les *Belemnites irregularis*, *compressus*, *elongatus*, etc. Il y a même, aux environs de Thouars, un fait assez curieux : c'est que les couches supérieures du lias sont formées, près de Saint-Jean, par un calcaire blanc renfermant une très grande quantité de silex, et que, sans les fossiles que j'y ai trouvés, j'aurais pu rapporter aux terrains crétacés, tant il a d'analogie minéralogique avec la craie tufau à silex.

Il résulterait de ce qui précède que la partie du terrain crétacé qui repose à Saint-Côme et aux Maisons-Rouges sur l'étage portlandien, à la Ferté-Bernard et à Ecomoy sur l'étage corallien, encore à Ecomoy sur l'étage oxfordien, et enfin dans les Deux-Sèvres sur le lias, se compose, soit des grès quarzeux rouges, soit de craie chloritée; or, si j'examine l'ensemble des fossiles de ces deux couches pour savoir à quel âge on doit réellement les rapporter, je reconnaîtrai que, dans la craie chloritée ou dans la craie tufau la plus inférieure de la Ferté-Bernard, de Vibraye, de Saint-Calais, du Mans, d'Ecomoy, de Saumur, de Tourtenay, etc., on trouve les espèces suivantes :

Nautilus triangularis,
Ammonites Rhotomagensis,
A. Mantellii,
A. Vibrayeanus,
A. Beaumontianus,
A. Fleuriausianus,
A. Woolgarii,
A. peramplus,
Baculites baculoides,
Turrilites tuberculatus,
Exogyra colomba,
Ostrea bi-auriculata,
Etc., etc.

Les grès rouges quarzeux, qui sont au-dessous des craies chloritées, renferment, à Saint-Calais, au Mans, etc., les espèces suivantes :

Nautilus triangularis,
Ammonites Rhotomagensis,
A. Mantellii,
Scaphites æqualis,
Turrilites Scheuzerianus,
Exogyra colomba,
Etc., etc.

Le grand nombre d'espèces communes entre les grès et les craies chloritées inférieures de ces contrées, prouve que ces deux formations appartiennent évidemment à un seul et même étage qui, comparé à la craie chloritée de Rouen, par exemple, montre, en espèces identiques, le *Nautilus triangularis*, les *Ammonites Rhotomagensis*, *Mantellii*, le *Baculites baculoides*, le *Turrilites Scheuzerianus*, le *Scaphites æqualis*, etc.; toutes espèces bien caractéristiques, et dont le niveau géologique est très connu. C'en est assez, je pense, pour prouver que les grès rouges de l'ancien golfe de la Loire, ainsi que les craies tufau, sont des dépendances de l'étage des craies chloritées, tel que je l'ai circonscrit dans ma *Paléontologie*. D'un autre côté, comme ces couches occupent la partie la plus inférieure du système crétacé du golfe de la Loire, puisqu'elles reposent partout sur les terrains jurassiques, on doit croire que, lorsqu'ils existent, l'étage du gault et l'étage néocomien, qu'on trouve toujours dessous, ces couches manquent ici complétement.

En résumé, après un mûr examen de la superposition des couches et des fossiles qu'elles renferment, tous les faits que j'ai observés dans les quatre départements cités confirment absolument les résultats auxquels m'avaient conduit mes recherches paléontologiques, à savoir : 1° que les étages néocomien et du gault manquent dans le golfe de la Loire; 2° que les dernières couches, soit de grès rouges, soit de craie tufau, qui constituent la partie inférieure des terrains crétacés de la Loire, sont une dépendance de l'étage de la craie chloritée.

M. Michelin ayant annoncé dans la dernière séance avoir vu un *Aptychus* de la craie blanche du bassin parisien, je citerai à cette occasion un fait semblable qui m'est connu depuis plusieurs années. J'ai vu un *Aptychus* de forme très allongée dans la craie blanche des environs de Beauvais. Cet échantillon appartient à la belle collection de fossiles de M. Graves. Je proposerai pour cette espèce le nom d'*Aptychus Gravesianus*, d'Orb.

Je ferai encore remarquer que mon dernier voyage m'a donné l'occasion de trouver dans la collection de notre collègue M. Gallienne, à Sainte-Cérotte (Sarthe), un magnifique échantillon d'*Aptychus*, avec les deux valves, que ce zélé géologue a découvert dans les couches carbonifères de Sablé. La forme de cet *Aptychus* est presque triangulaire et très remarquable. On devrait le nommer *Aptychus Gallienneanus*, puisque la découverte en est due à M. Gallienne.

De la présence des *Aptychus* au sein de la craie blanche du bassin parisien, où personne, que je sache, n'a encore rencontré d'Ammonites; et de leur présence dans les couches carbonifères de Sablé, où il n'en existe certainement pas, on doit conclure que les rapprochements faits par MM. Ruppell et Voltz sur les *Aptychus*, considérés comme des opercules d'Ammonites, tombent d'eux-mêmes, et que leur opinion à cet égard ne peut être admise. J'espère montrer plus tard, dans un travail spécial, comment les *Aptychus* peuvent se trouver dans les couches d'Ammonites sans en être l'opercule, ce que le manque de temps seul ne me permet pas de faire aujourd'hui.

Personne n'a jusqu'à présent signalé de Bélemnites dans les terrains crétacés du bassin de la Loire. C'est encore une découverte que nous devons à notre collègue M. Gallienne. Il a bien voulu me donner un tronçon de Bélemnites qu'il a recueilli près de Sainte-Cérotte (Sarthe), au sein de la craie chloritée. Cet échantillon est d'autant plus curieux qu'il appartient à l'espèce dont Miller a fait son genre *Actynocamax*, c'est-à-dire aux Bélemnites qui offrent à la partie supérieure une troncature rayonnante au lieu d'un alvéole. Examiné avec soin, cet échantillon m'a montré une fissure semblable à celle des Bélemnitelles de la craie blanche (*Belemnitella mucronata*); ainsi l'*Actynocamax verus* de Miller pourrait n'être qu'un individu tronqué d'une Bélemnitelle, que je nommerais dès lors *Belemnitella verus*. M. Gallienne m'annonce

en ce moment qu'il a découvert, depuis, l'alvéole de cette espèce, ce qui confirmerait mes prévisions.

Je dirai encore que, dans ma course au travers des départements du bassin de la Loire, j'ai recueilli de nouveaux faits sur la présence des Rudistes dans ce bassin. M. Goupil, à La Flèche, a rencontré à mi côte, sur le coteau de Saint-Germain, dans la craie tufau, un Rudiste, que j'ai reconnu appartenir au *Radiolites cornu pastoris* de ma troisième zone de Rudistes. M. Gallienne a recueilli, près de Sainte-Cérotte, un échantillon de la même espèce dans la craie chloritée. De plus, aux couches les plus inférieures des craies chloritées de Saumur (Maine-et-Loire) et de Tourtenay (Deux-Sèvres), j'ai réuni plusieurs échantillons d'Ichthyosarcolite, analogue à ceux de l'île d'Aix, dans le bassin pyrénéen. Ces faits, joints à beaucoup d'autres que je ne puis développer ici, m'assurent que les analogies entre les faunes des différents bassins de l'époque des craies chloritées, établissent plus de traits de ressemblance entre le bassin pyrénéen et le golfe de la Loire, qu'il n'en existe entre ce dernier golfe et le bassin parisien. J'ai, en effet, retrouvé à Saumur et à Tourtenay presque toutes les espèces de fossiles que j'ai obtenues à différentes époques, de l'île d'Aix, de l'île Madame et de Cognac (Charente-Inférieure et Charente).

M. Leblanc fait connaître la présence de nombreuses cavités mises à découvert par les travaux des fortifications de Paris, et résume ses observations de la manière suivante :

Ayant eu l'occasion de parcourir une grande partie des fortifications de Paris, nous avons fait quelques remarques fort incomplètes encore, et dont nous n'aurions pas voulu parler, si M. d'Omalius d'Halloy ne nous y avait vivement engagé. Nous réclamons donc l'indulgence des géologues pour ce que nous allons exposer.

Diluvium des environs de Paris. — Un dépôt de sable analogue à celui que charrie aujourd'hui la Seine, stratifié, contenant des débris de toutes les roches que traverse la vallée, des blocs de grès et de meulières, etc., couvre la plaine de Charenton, une partie du bois de Boulogne, jusqu'aux Batignolles, et la plaine de Vincennes : c'est le vrai diluvium parisien. Il a à Charenton jusqu'à 6 mètres d'épaisseur ; aux Batignolles, ce dépôt est recouvert d'une couche de $0^m,20$ d'un sable rouge contenant des grains de

silice, 5 pour cent d'alumine, beaucoup d'oxide de fer, des grains d'une matière noire, et enfin des silex analogues à ceux de la craie. Cette couche de sable rouge, qui paraît rarement stratifiée, surtout dans les points élevés, est très développée à la carrière de Fontenai qu'on voit à gauche de la route, entre Vincennes et Saint-Maur, puis au fort d'Ivry et à Montrouge, où nous avons trouvé une Ananchite silicifiée. Les grains de ce sable ressemblent à ceux des sables verts. Une couche appelée *terre à four*, quand elle est bien développée, analogue à la terre à brique de la Picardie et de la Flandre, au loess de la vallée du Rhin et composée de silice, d'alumine, d'oxide de fer et de carbonate de chaux, très homogène et à laquelle le nom de *limon* conviendrait, recouvre souvent le sable rouge. Ce limon se retrouve sur un grand nombre de points; la plaine de Saint-Denis en est recouverte, et on le voit encore au-delà de Vincennes; mais sa superposition au sable rouge se reconnaît surtout au fort d'Ivry. En allant du fort d'Ivry à Bicêtre, il prend une grande épaisseur. Elle est de 5 mètres au fort de Bicêtre. A la base du limon on trouve quelques silex, mais il n'y en a pas dans sa masse.

Puits naturels. — Sur un grand nombre de points des environs de Paris, on remarque des puits aboutissant généralement au sable rouge, et s'enfonçant plus ou moins dans le sol inférieur. Ces puits paraissent fort développés, et de plus, sont mis en évidence parfaite actuellement à Ivry, à Montrouge, à Vaugirard, au bois de Boulogne, etc.; leur diamètre, de 1 mètre environ, atteint quelquefois jusqu'à 4 mètres et au-delà. Un grand nombre d'entre eux traversent le calcaire grossier exploité, sans qu'on sache où ils s'arrêtent; nous en avons constaté de 16 mètres de profondeur; leurs parois et leur fond sont formés par l'argile rouge; le dessus, en forme de poche, est rempli de sable rouge, de silex dont le grand axe est vertical, le centre de gravité vers le bas. On y trouve des morceaux de grès et de meulière. De plusieurs puits partent, entre les bancs du calcaire grossier, de petits conduits de $0^m,10$ à $0^m,50$ de diamètre, portant les traces évidentes du passage prolongé d'un petit cours d'eau. A Montrouge, beaucoup de puits s'arrêtent au cliquart; mais de là partent des conduits horizontaux, appelés *brûlures* par les carriers; et plus loin, vers Vaugirard, les puits descendent plus bas. Les parois de tous les puits sont tapissées d'une argile fine, glissante, rouge, formée de couches minces d'une matière argileuse, analogue à celle qui accompagne le sable rouge, se raccordant avec ce sable, dont les parties les plus grosses occupent le milieu des puits; l'argile fine

remplit aussi tous les petits canaux qui aboutissent aux puits. C'est un proverbe parmi les carriers, que les *puits purifient la masse*, ce qui indique un rapport entre ces puits et la formation de la masse calcaire.

Si l'on remarque attentivement un de ces puits, pl. V, pag. 365, fig. 1, et surtout si on choisit un exemple bien caractérisé, on verra, le long des parois, non seulement l'argile fine dont nous avons parlé, mais encore au-dessous, des filets rudimentaires de sable, d'argile et de calcaire qui paraissent se raccorder avec de petits bancs de calcaire cristallisé, coloré en rouge, et mêlé de sable intercalé dans la partie supérieure des caillasses du calcaire grossier. A Montrouge, on trouve le long des parois des puits, de petites concrétions de sulfate de strontiane, qui paraissent s'être formées là où on les voit, et des concrétions pareilles existent dans un banc mince d'argile intercalé dans la caillasse, et qui lui-même paraît plonger dans ces puits; et, malgré cela, il faut bien observer que les concrétions de sulfate de strontiane se trouvent dans les puits, au-dessus et au-dessous du banc d'argile qui en contient aussi.

Cause des puits. — Si l'on se demande alors ce que représente cette cavité, il sera difficile de ne pas croire qu'on a sous les yeux un puits d'éjection qui a émis successivement les calcaires, le sable rouge, peut-être le limon, et qui enfin, à une époque postérieure, est devenu absorbant, comme il l'est encore aujourd'hui. Comme la forme générale de ces puits est la même partout, il est fort important d'en étudier un bien caractérisé, on conclura facilement pour les autres. Ce n'est pourtant pas ce qu'ils présentent de plus remarquable; car si on les recherche ailleurs, on sera fort étonné de voir à l'E. de la route de la Chapelle-Saint-Denis, pl. V, pag. 365, fig. 2 et 3, des puits fort analogues aux précédents, mais qui, au lieu d'être remplis par le sable rouge, le sont par le calcaire de Saint-Ouen. Dans ces puits, on verra distinctement se prolonger des bancs d'un sable jaune-verdâtre, qui paraît être le sable de Beauchamp. Les puits sont encore connus dans le gypse; ils paraissent remplis par les marnes supérieures; il y en a qui ont jusqu'à 10 mètres de diamètre; mais nous les avons bien moins étudiés que ceux du calcaire grossier. Si on va au Mont-Valérien, on trouvera, fig. 4, toute la montagne traversée par un énorme filon vertical de 6 mètres de largeur sur une épaisseur inconnue. Je n'ose comparer ceci à un puits; le sable qui le remplit est stratifié horizontalement : seulement il ne se raccorde pas avec les couches des bords, et l'on peut bien soutenir qu'il n'y a

là qu'un effet du tassement du sable, quoique d'autres phénomènes, semblables mais sur une échelle beaucoup plus petite, observés à Romainville (fig. 5), et au fort de Noisy (fig. 6) porteraient à admettre cette hypothèse.

Si l'on considère enfin que les couches du sable de Fontainebleau suivent au Mont-Valérien la pente générale de la montagne, 10° environ (fig. 7 et 8), qu'elles vont en s'amincissant vers leurs bords, que le calcaire du S.-O. présente aussi à Champigny des couches inclinées à 10°, et parallèlement au sol, on sera tenté de considérer tout le terrain tertiaire des environs de Paris comme formé par diverses matières dissoutes, ou tenues en suspension, et éjectées par des sources, successivement dans la mer et dans des lacs d'eau douce, pendant que tout le sol des environs était à un niveau inférieur à celui qu'il a aujourd'hui.

On se rappellera alors que presque toutes les formations parisiennes vont en s'amincissant sur leurs bords; que cela est proverbial chez les carriers pour le calcaire grossier ; qu'au pied de Romainville, au bastion 23, fig. 9, toute la formation du gypse et du grès de Fontainebleau se voit à l'état rudimentaire, sous l'épaisseur totale de 3 à 4 mètres; que M. d'Archiac a déjà fait remarquer la forme en amande et le non-affleurement des couches du gypse dans le département de l'Aisne; et on sera porté à conclure encore que c'est par l'éjection qu'on doit expliquer ces faits, et que c'est à tort que toutes ces buttes isolées du bassin de Paris sont considérées comme le reste d'un grand tout dénudé par les eaux torrentielles du diluvium. L'observation, que plusieurs de ces buttes sont alignées dans le sens de la vallée de la Seine, s'accorderait bien avec cette nouvelle manière de voir, si l'on admettait que quelques dislocations ont présidé dans l'origine à sa formation ; il est clair que cela aurait déterminé les fentes et ensuite des éjections dans ce sens. Ainsi s'expliqueraient aussi ces alignements de monticules sableux qu'on trouve dans la forêt de Fontainebleau, et dont la direction O.-N.-O. E.-S.-E. paraît correspondre au neuvième soulèvement de M. Elie de Beaumont. Les orgues géologiques de Maestricht, les trous nombreux qu'on voit aux environs de Trieste pourront être rapportés aussi au phénomène de l'éjection, et peut-être y trouverions-nous l'explication de ces ressauts regardant les terrains anciens qu'on trouve à la limite de chaque formation lacustre ou marine, et dont on voit un exemple remarquable quand on fait une coupe de Paris à Colmar. Mais cela demande une étude plus approfondie.

La grande variété, et en même temps l'espèce de retour pério-

dique des différents dépôts qui composent la formation tertiaire parisienne, sont de nouveaux arguments en faveur de l'hypothèse de l'éjection.

Les calcaires et les silex qui s'étaient montrés dans la craie se reproduisent dans toute la période tertiaire. Les sables de Beauchamp et de Fontainebleau sont des matières homogènes, ressemblant plus à des dépôts chimiques qu'à autre chose. Presque tous les calcaires sont magnésiens, contenant de 5 à 15, 20 à 37 pour cent de magnésie ; d'autres montrent toutes sortes de dépôts remarquables, comme le sulfate de strontiane, la silice légère, le gypse et les marnes.

Dans les *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, t. II, 1834, p. 211, on trouve cette opinion : « Les » grès placés à la séparation des terrains anciens et des forma- » tions secondaires, paraissent dus à une action chimique, et con- » tiennent des silicates alumineux hydratés, quelquefois dissémi- » nés dans la masse. C'est à la présence de ces hydrosilicates » qu'est due la propriété pouzollanique ; ils la partagent avec » certaines argiles qui paraissent également le produit d'un dé- » pôt chimique. » Pourquoi n'en serait-il pas ainsi des dépôts tertiaires, dans lesquels on rencontre des sables qui jouissent spécialement de cette propriété pouzollanique comme en Picardie et dans les sables rouges d'Ivry? Avec une telle manière de voir, se présente immédiatement à résoudre cette question : Pourquoi ces puits ont-ils été éjectants? Pourquoi aujourd'hui sont-ils plutôt absorbants? Pour les terrains tertiaires marins, ou pour ceux d'eau douce, il sera je crois facile d'admettre qu'ils correspondent à des mouvements généraux du sol de cette partie de la France, qui leur ont donné des niveaux fort inférieurs à celui qu'ils ont aujourd'hui, et ont augmenté alors la tendance à l'éjection. Quant au sable rouge supérieur au diluvium, on pourra peut-être supposer que les eaux du diluvium ayant imbibé les terrains de la haute Seine, à la fin de cette époque, la tendance au jaillissement dans la partie inférieure de la vallée a dû être bien plus grande qu'aujourd'hui : ainsi, à cette époque, le puits de Grenelle, au lieu de jaillir à 30 pieds, aurait dû jaillir à 100 mètres au-dessus du sol ; on concevra donc comment des puits ont pu être éjectants alors, et être absorbants aujourd'hui, sans que rien ne soit changé dans la position du sol.

La liaison des sables et des argiles rouges avec les puits, et même leurs éjections probables avaient déjà frappé d'autres géologues. Ainsi on trouve dans l'ouvrage de M. Melleville (*du Diluvium*,

Fig. 1. Fort d'Ivry Courtine 2, 3.

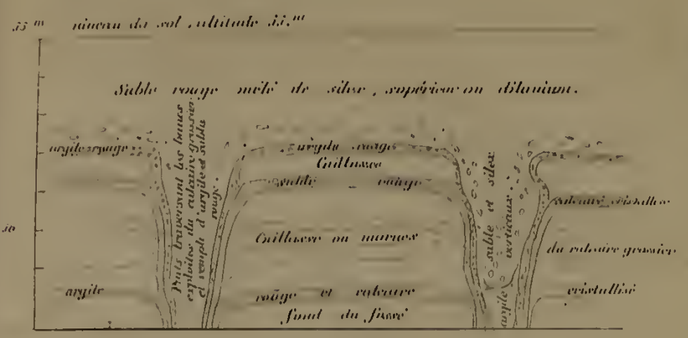


Fig. 2 Enceinte de Paris, face gauche du Bastion 34. le 2e à l'Est de la Chapelle St. Denis.

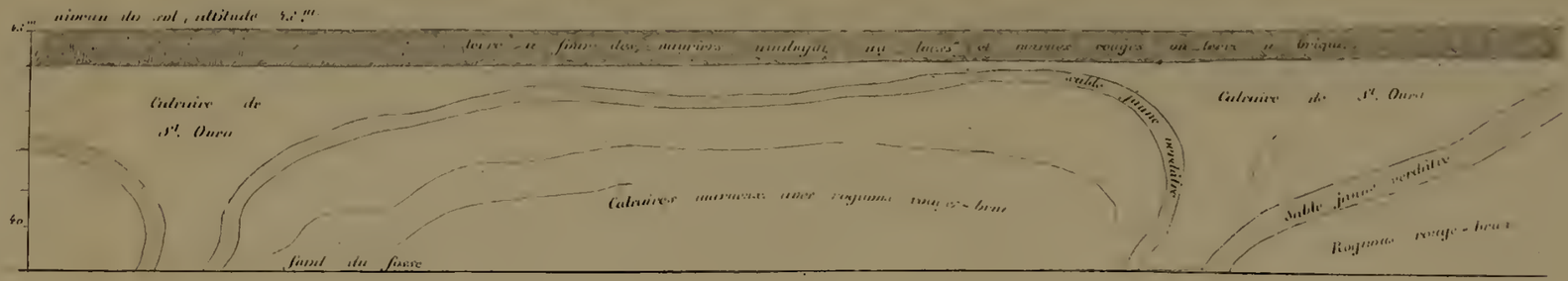


Fig. 3. Bastion de Paris, face droite du Bastion 36
a, b, petits bancs aquifères, argileux.

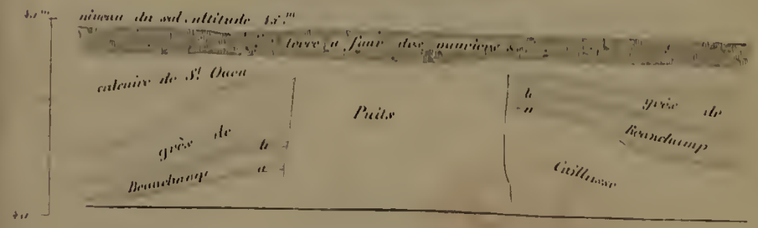


Fig. 4. Mont Valérien. Coupe Nord-Sud perpendiculaire à la Capitale du Bastion Ouest.

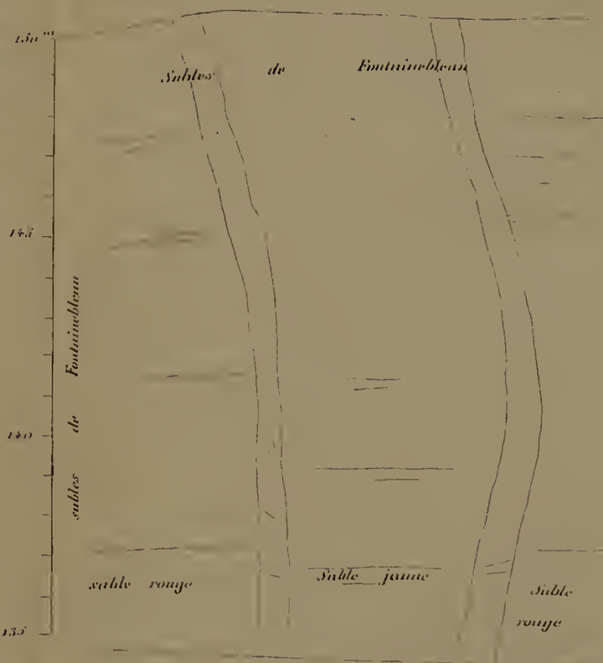


Fig 5. Fort de Romainville face gauche du Bastion S. Est.

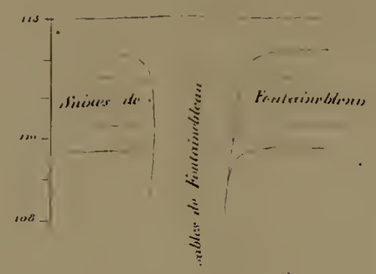


Fig. 6. Fort de Noisy face gauche du Bastion Ouest.

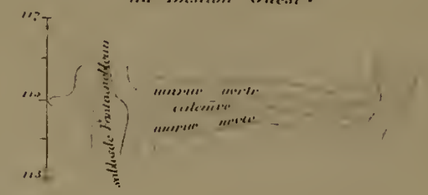


Fig 7. Mont Valérien, saillant du Bastion Nord Est

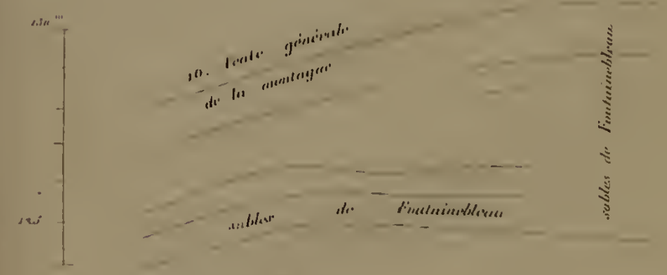


Fig. 8. Mont Valérien, Bastion de l'Ouest.

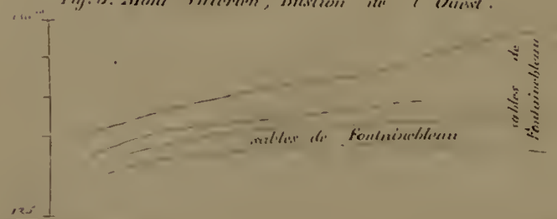


Fig. 9. Enceinte de Paris, Bastion 23 en bas de Belleville au Nord.

Echelle de $\frac{1}{200}$ pour toutes les figures

Gravé par Ch. Aurel, rue des Noyers 33
Imp. de Simon, rue de la Parcheminerie

BRITISH MUSEUM
G2
D
NATURAL HISTORY.

p. 34, Paris, Langlois, 1842): « Ces argiles remplissent également » les nombreux puits verticaux qui percent les terrains parisiens ; » elles y sont aussi associées à des cailloux de quarz de diverses » couleurs; mais l'absence complète de fragments provenant de » roches environnantes doit faire conjecturer qu'elles s'y sont in- » troduites de bas en haut. » (*Voir* encore *Bulletin de la Société géologique*, t. IX, p. 216. *Idem*, t. X, p. 257, lig. 14, et p. 254.)

M. d'Omalius (*Bulletin de la Société géologique*, t. XIII, p. 61) pense que de puissantes éjaculations de limon sont sorties de l'intérieur de la terre, dans les contrées où nous voyons ce dépôt. Plus loin, p. 62, il donne une origine analogue à des sables tertiaires, etc.

Il faut peut-être considérer comme des puits autrefois éjectants, les trous nombreux, aujourd'hui absorbants, qu'on voit aux environs de Trieste.

Ces notes terminées, nous ne nous dissimulons pas qu'il reste bien des explications à y ajouter, beaucoup d'objections à y faire; mais ce qui nous soutient, c'est qu'il paraît y avoir réellement là tout un ordre de phénomènes à étudier; qu'il ne peut l'être bien qu'avec le secours de nos collègues, et que c'est avoir fait un pas vers son explication que d'avoir éveillé leur attention sur lui.

M. d'Omalius cite ensuite plusieurs circonstances particulières dans la position relative du limon, des cailloux et de l'argile impure qui remplissent ces cavités; puis il rappelle que, dans la Normandie comme dans la Picardie, la surface de la craie est recouverte par une glaise brune ou jaunâtre, empâtant des silex brisés, mais non roulés, et que ce dépôt est surmonté par le lhem ou limon d'attérissement ancien.

M. d'Archiac pense qu'il y a une liaison intime entre les glaises brunes ou jaunâtres, les silex non roulés et le dépôt argilo-sableux qui les recouvre, mais que le tout est parfaitement distinct du dépôt plus ancien de cailloux roulés avec blocs erratiques et ossements de grands mammifères.

M. Rozet fait remarquer qu'autour de Lyon, dans la vallée du Rhône, le lhem est supérieur aussi au dépôt de cailloux roulés avec blocs erratiques, mais que l'on observe des alternances sur quelques points. En Auvergne, continue-t-il, il y a aussi des alternances entre les cailloux et les sables fins.

M. Rozet communique divers renseignements sur les ossements qu'a recueillis M. Bravard, à Issoire et dans d'autres parties de l'Auvergne.

M. Boubée pense que l'opinion qu'il a émise depuis longtemps sur le synchronisme des couches lacustres de l'Auvergne avec la plupart des couches marines secondaires et même plus anciennes se trouve confirmée par les faits précédents ; mais M. Rozet, sans vouloir discuter l'opinion particulière de M. Boubée, fait observer qu'il y a une couche d'arkose ou de macigno qui unit le terrain tertiaire au granite et au gneiss, et que dans cette même couche il a recueilli un fémur de Rhinocéros.

Séance du 6 *juin* 1842.

PRÉSIDENCE DE M. L. CORDIER.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance, dont la rédaction est adoptée.

Le Président proclame membres de la Société :

MM.

Trotti (Louis), à Milan, présenté par MM. de Filippi et Michelin ;

Landrin (Henri), ingénieur civil, à Paris, présenté par MM. J. Desnoyers et C. Prevost;

Landrin fils (Henri-Charles), à Paris, présenté par MM. J. Desnoyers et C. Prevost;

Tassy, docteur-médecin, à Paris, présenté par MM. Ruelle et C. Prevost;

De Vieilbanc, propriétaire, à Thouars (Deux-Sèvres), présenté par MM. Alc. d'Orbigny et de Wegmann.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Alc. d'Orbigny, sa *Paléontologie française. Terrains jurassiques*, 2e et 3e livraisons, ainsi que les 43e et 44e livraisons des *Terrains crétacés*.

De la part de M. J.-J. d'Omalius d'Halloy, son ouvrage intitulé : *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*, in-8°, 132 pages, 1 carte.

De la part de M. Studer, son *Aperçu général de la structure géologique des Alpes.* (Extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève.*) Mars, 1842. In-8°, 32 pages, 1 pl.

De la part de M. L. Agassiz, correspondance polémique entre M. Forbes et lui au sujet de la structure des glaciers, in-4°, 10 pages.

De la part de M. d'Hombres-Firmas, ses *Nivellements barométriques dans les Cévennes;* in-8°, 35 pages. Nîmes, 1842.

De la part de M. Ch. Martins, ses *Matériaux pour servir à l'hypsométrie des alpes pennines.* (Extrait des *Annales des sciences naturelles*, 2e série, tabl. X, page 129.) In-4°, 5 pages.

De la part de M. Buckland, son *Address*, etc. (Discours qu'il a prononcé le 19 février 1841 à la réunion anniversaire de la Société géologique de Londres), in-8°, 100 pages. Londres, 1841.

De la part de M. Gunn, *The history*, etc. (Histoire, antiquités et géologie de Bacton, en Norfolk); par Charles Green ; in-8°, 102 pages, 3 pl. Norwich, 1842.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus de l'Académie des sciences, 1841, 2e semestre (table du t. XIII), et 1842, 1er semestre, t. XIV, nos 20, 21 et 22.

Journal des savants, mai 1842.

Bulletin de la Société de géographie, n° 100, avril 1842.

Mémorial encyclopédique, avril 1842.

L'Institut, 9e année, année 1841, tables alphabétiques, et nos 438, 439 et 440.

L'Écho du Monde savant, nos 730-735.

The Athenæum, nos 760, 761, 762.

The Mining Journal, nos 351-354.

Le Secrétaire présente la 1re partie du tome V des *Mémoires* de la Société, et annonce que les membres pourront, à dater de ce jour, s'en procurer des exemplaires au secrétariat. Cette partie renferme : 1° la fin du Mémoire de M. Ley-

merie *Sur la formation crétacée du département de l'Aube;* 2° le *Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe*, par M. Viquesnel.

M. Viquesnel offre aussi à la Société une épreuve coloriée de la carte de l'Albanie qui accompagne la relation de son *Voyage* indiquée ci-dessus.

M. Ch. Martins donne à la Société plusieurs échantillons de roches à l'appui de la communication ci-après.

M. Gunn offre le dessin d'un fragment d'os long trouvé dans la falaise de *Bacton-Norfolk.*

M. Raulin offre également à la Société le dessin d'un fragment de mâchoire de poisson.

Le Secrétaire lit une lettre de M. Coquand, adressée à M. le Président, et dans laquelle se trouvent des détails relatifs à la réunion extraordinaire qui doit avoir lieu à Aix.

Il communique ensuite une note de M. A. Deluc sur les opinions émises par MM. Leblanc et de Charpentier relativement aux glaciers anciens et au transport des blocs erratiques.

M. Deluc ne pense pas qu'il soit prouvé que les stries et le poli de certaines roches résultent du mouvement lent des glaciers. Il faut, dit-il, un mouvement rapide de va-et-vient, ou bien un mouvement long-temps continué avec une grande vitesse et dans la même direction, pour produire cet effet. Il croit, en outre, que les détails donnés par M. de Saussure sur les blocs du village de Laferrière, ne s'accordent point avec l'explication qu'en a présentée M. Leblanc. Les moraines suivent les accroissements et les décroissements des glaciers.

M. Deluc s'attache ensuite à combattre l'opinion de M. de Charpentier relative aux glaces qui auraient occupé la surface du canton de Vaud pendant une longue suite d'années. Il pense que la formation de ces glaces, à la latitude de 46°, et qui se seraient étendues du sommet des alpes au Jura avec une épaisseur de 2 à 3,000 pieds, exigerait des millions d'années et un froid comme celui des pôles actuels, régions où l'on ne connaît pas même de glaces de cette épais-

seur. Ces résultats paraissent à M. Deluc incompatibles avec le court espace de temps que M. de Charpentier attribue au phénomène. Il combat également l'idée que le mouvement des glaciers est produit par la dilatation de la glace au moment où elle se gèle; car, dit-il, la congélation occasionnée par le froid de la nuit ne peut avoir lieu qu'au printemps et à l'a tomne à la surface des glaciers et à une profondeur de 3 ou 4 pieds au plus, la glace étant très mauvais conducteur du calorique, et les glaciers ayant jusqu'à 100 pieds d'épaisseur et même davantage. L'eau qui se forme à la surface s'écoule par les crevasses et par les bords du glacier; elle augmente les torrents qui rongent la base de ce même glacier, et qui peuvent contribuer ainsi à son mouvement de translation comme l'avait admis M. de Saussure. A l'appui de cette explication, M. Deluc cite ce qui a lieu aujourd'hui dans plusieurs grands glaciers, tels que ceux des Bois, de la Mer de Glace et des Bossons.

M. Deluc passe ensuite à l'examen des blocs erratiques que, suivant lui, M. Venetz aurait regardés à tort comme d'anciennes moraines, tandis qu'ils n'ont de rapport avec l'existence d'aucun glacier. M. de Charpentier, continue-t-il, distingue aussi sans motifs suffisants, le terrain erratique et le terrain diluvien transportés tous deux par les eaux. M. Deluc cite près de Nyon un bloc de serpentine très considérable dont toutes les surfaces sont polies, et d'autres blocs près de Sallenche, près du torrent de Taconas, dans le bois de Crane, entre Coppet et Nyon, et beaucoup d'autres encore qui tous sont d'un volume plus considérable qu'aucun de ceux qu'a cités M. de Charpentier. Quant à l'accumulation des débris erratiques, elle est très développée dans la Basse-Suisse, sous Thonon, Corson, à la pointe d'Ivoire, à la côte de Rolle; dans le Jorat, au-dessus de Lausanne, etc. A 2 lieues de Thonon, les blocs erratiques atteignent 1,500 pieds au-dessus du lac, puis ils s'étendent jusque dans le Buget, et même jusqu'à Lyon, c'est-à-dire beaucoup au-delà des limites tracées par M. de Charpentier. De plus, 1,000 blocs de granite ou de protogine sont accumulés au mont de Sion, à 1,100 pieds au-dessus du lac et à 4 lieues au S.-O. de Ge-

nève, et ces blocs sont certainement descendus par la vallée du Rhône et non par celle de l'Arve.

M. Deluc n'admet pas que ces derniers blocs aient pu être accumulés par un glacier, mais il pense qu'ils doivent leur disposition à ce qu'étant très nombreux ils ont dû se placer les uns sur les autres au lieu de s'étendre. Il en a vu de semblables près de Sallenche et au-dessus de Monthey.

La limite supérieure des blocs erratiques paraît aussi plus élevée à M. Deluc que ne le dit M. de Charpentier, qui la fixe à 1,750 pieds. M. Deluc en signale à 2,000 et à 2,210 pieds au-dessus du lac, près de Mont-la-Ville; le plus gros, qui est aussi le plus élevé, a 9,000 pieds cubes; en outre il croit que le transport des blocs a eu lieu en même temps que le soulèvement des Alpes et non après, comme l'admet M. de Charpentier.

Enfin, l'étude des fossiles tertiaires et leur comparaison avec les espèces vivantes marines ou d'eau douce, soit animales, soit végétales, s'opposent encore, dit-il, à l'existence d'un grand froid de plusieurs siècles qui aurait immédiatement précédé la période actuelle, car on ne voit pas de changement brusque qui indique une interruption aussi prononcée que celle qui aurait eu nécessairement lieu dans l'hypothèse d'un grand froid.

« Dans les terrains tertiaires, poursuit M. Deluc, il y a » une certaine proportion d'espèces marines fossiles qui se » retrouvent encore à l'état vivant; cette proportion va en aug- » mentant à mesure que le dépôt tertiaire est plus récent et » plus rapproché de la période actuelle, ce qui prouve qu'il » n'y a point eu de changement intermédiaire dans la tempé- » rature de l'eau marine entre l'époque tertiaire et l'époque » actuelle, et par conséquent dans celle des terres voisines, » et même la température devait être plus chaude, puisque » parmi les coquilles fossiles tertiaires (des collines subapen- » nines) il y a plusieurs espèces qui ne se trouvent vivantes » qu'entre les tropiques.

» Cependant les ossements fossiles d'Éléphant, de Rhino- » céros, etc., que l'on trouve depuis l'Italie jusqu'en Sibérie, » annoncent un refroidissement qui avait été précédé d'une

» haute température, laquelle permettait à ces grands animaux » de vivre à de hautes latitudes, c'est-à-dire que le climat » du N. de l'Europe et de l'Asie était beaucoup plus chaud » qu'aujourd'hui; mais il survint un refroidissement subit » qui les fit périr, et en même temps une immense irruption » d'eau qui les ensevelit. C'est alors que s'établit la grande » différence de température qui existe actuellement entre les » différentes zones. Depuis cette grande révolution, le refroi- » dissement n'est pas allé en augmentant, et la terre est entrée » dans un état stationnaire, en sorte que l'on ne sait où prendre » ni où placer la période de glaces de plusieurs milliers d'an- » nées de MM. de Charpentier et Agassiz; car il faudrait des » milliers d'années pour former des glaciers de 60 lieues de » longueur et de 2,000 à 3,000 pieds d'épaisseur, de plus il » faudrait un froid comme celui de la zone glaciale; et même » ce froid ne serait pas encore suffisant, car depuis tant de » siècles rien de semblable n'a été produit, ni au Spitzberg, » au 80e degré, ni dans baie de Baffin, au 77e degré N.

» Je me joins au savant géologue Boué, pour tourner en » ridicule les *nappes effroyables de glaces* imaginées par des » hommes amateurs du merveilleux qui, lorsqu'ils ont conçu » un système, veulent le faire prévaloir à toute force, malgré » la multitude de faits qui déposent contre lui. »

M. Raulin, en présentant à la Société, de la part de M. Cottet, plusieurs ossements fossiles de poissons et de reptiles, communique ce qui suit :

M. Cottet, professeur à l'École normale de Troyes, en remerciant la Société de l'avoir admis au nombre de ses membres, lui communique quelques ossements de la craie de l'Aube, appartenant au musée de Troyes. Ces ossements, qui sont pour la plupart entourés de pyrite plus ou moins altérée, ont été examinés avec soin par M. Laurillard, qui y a reconnu :

1° Les os dentaires d'un poisson voisin des Sphyrènes, parmi les poissons vivants, et des *Hypsydon* de M. Agassiz parmi les poissons fossiles. Cette portion considérable de la mâchoire inférieure a 10 centimètres de longueur sur 4 de hauteur. Elle porte sur chacune des branches 21 dents coniques, aplaties, légèrement arquées, lisses et non tranchantes, profondément

enfoncées dans les alvéoles. Les 7 antérieures sont les plus grosses, les 5 du milieu sont petites ; quant aux 9 postérieures, elles sont de grandeur intermédiaire, à l'exception cependant des 2 dernières, qui sont les plus petites de toutes.

2° Un fragment de la partie postérieure de la tête, composé de l'occipital et d'une portion des opercules. Ces ossements, qui se trouvaient primitivement engagés dans le même bloc pyriteux que la mâchoire, appartenaient très vraisemblablement au même animal, d'autant plus que leur grandeur est en rapport avec celle de la mâchoire. Le poisson auquel ces divers fragments ont appartenu devait avoir environ $1^{m},50$ de longueur.

3° Un fragment de côte d'un Saurien indéterminable, ayant 11 centimètres de longueur sur $1^{c},8$ dans sa plus grande largeur.

La carrière de Creney, qui a fourni ces ossements, est creusée à ciel ouvert dans l'une des collines qui bornent au N.-E. la plaine de Troyes, à 5 kilomètres environ de cette ville. La craie y est blanchâtre, sans silex, avec rognons de pyrite plus ou moins transformés en limonite : elle appartient à l'assise inférieure de la craie blanche ; les coquilles qu'on y rencontre le plus fréquemment sont : l'*Inoceramus annulatus* et les *Terebratula albensis* et *semiglobosa;* on y trouve aussi assez souvent des dents rapportées aux *Squalus Philippi* et *Squalus cornubicus?* En 1839 on y a découvert une vertèbre, que M. Laurillard a considérée comme la 13e vertèbre cervicale d'un Chélonien de très grande dimension.

M. Martins communique la notice ci-dessous :

Note sur le groupe du Faulhorn dans le canton de Berne, par Ch. Martins.

Entre le lac de Brienz et les hautes Alpes bernoises s'élève un groupe de montagnes circonscrit par les vallées de l'Aar, de la Lutschine et du Reichenbach. C'est le dernier échelon entre le Jura et les hautes Alpes, auxquelles il se relie par l'arête connue sous le nom de la grande Scheideck, tandis qu'une faille étroite le sépare de la Wengern-Alp. Le versant septentrional du groupe domine la vallée de Grindelwald, et offre en général des pentes douces et des croupes arrondies, si on les compare à l'escarpement septentrional qui plonge presque verticalement dans le lac de Brienz, et n'est interrompu que par deux gradins ou plateaux intermédiaires. Ce massif est hérissé d'un grand nombre de sommets aigus, dont quelques uns atteignent la limite des neiges

éternelles; le Faulhorn lui-même s'élève à 2,683 mètres au-dessus du niveau de la mer et à 2,120 au dessus du lac de Brienz.

Dans un mémoire sur la carte géologique des chaînes calcaires et arénacées entre les lacs de Thun et de Lucerne (1), M. Studer, guidé par des considérations d'analogie, avait rapporté les parties supérieures du Faulhorn au terrain crétacé, tout en regrettant que l'absence de fossiles ne permît pas de trancher la question d'une manière définitive. A mon passage à Berne, il appela mon attention sur ce sujet ; mais ce fut mon ami M. Auguste Bravais qui, dès le commencement de notre séjour au Faulhorn, découvrit des Bélemnites au pied du cône terminal, à 80 mètres environ au-dessous du sommet, du côté de l'E. En continuant à marcher dans cette direction, nous en trouvâmes bientôt un plus grand nombre dans les blocs détachés qui couvrent la pente rapide qui domine le Tschingelfeld. Il faut une grande attention pour découvrir ces fossiles et une grande patience pour les détacher. Toutefois nous en avons rapporté un assez grand nombre, que M. Alcide d'Orbigny a bien voulu déterminer. Sans connaître l'opinion de M. Studer, il rapporta immédiatement le terrain qui les contenait à l'étage inférieur du terrain néocomien. Le Faulhorn fait donc partie de cette longue bande qui borde les hautes Alpes et qu'on a étudiée spécialement en Provence, dans les environs de Castellane, de Chambéry et dans la Suisse occidentale ; et l'opinion de M Studer reçoit une éclatante confirmation par la détermination de ces fossiles, dont voici les noms : *Belemnites subfusiformis*, Blainv. ; *B. extinctorius*, Rasp. ; *Ammonites asperrimus*, d'Orb. ; *A. semistriatus*, d'Orb. ; *A. cryptoceras*, d'Orb. Il y avait en outre une *Venus* d'une espèce indéterminable et une bivalve méconnaissable.

Le calcaire néocomien du Faulhorn présente des couches bien distinctes, à tranches horizontales ou contournées en zigzags aigus. Sur l'escarpement du Faulhorn et du Schwarzhon on peut voir de très beaux exemples de ces contournements. Ces couches sont souvent séparées par des dépôts de grès fort minces et intimement unis à la roche calcaire. Tandis que celle-ci a été rongé, excavée, sillonnée par les eaux courantes et désagrégée par les gelées, le grès a mieux résisté et forme des saillies bizarres qui donnent à ces masses l'apparence d'os carriés ; de là le nom de Faulhorn ou montagne pourrie que ce groupe a reçu. C'est dans les environs du lac des Sorcières (*Hexen See*) et sur le chemin du

(1) *Mémoires de la Société géologique de France*, tome III, page 379.

Faulhorn à Grindelwald par la Buss-Alp que ces apparences sont le mieux caractérisées. Le grès est en général d'un gris jaunâtre; le calcaire est schistoïde, très dur, bitumineux, d'un grain noir et souvent luisant.

Nous signalerons encore à l'attention des géologues quelques autres particularités. Le groupe du Faulhorn est parsemé d'un grand nombre de petits lacs élevés de 2,000 à 2,300 mètres au-dessus de la mer. L'un d'eux, le *Hagel see*, dont la surface ne dégela point pendant l'été de 1841, s'écoule par une issue souterraine : c'est la source du Giessbach qui, en se jetant dans le lac de Brienz, forme la cascade la plus romantique de la Suisse.

En descendant du Faulhorn au lac de Brienz, on voit que le terrain néocomien repose sur le calcaire lia-jurassique qui forme le gradin ou plateau accidenté désigné sous le nom de Baetten-Alp. Partout où la terre végétale ne recouvre pas le sol, mais surtout au pied du Schwabhorn, ce calcaire est sillonné par des crevasses verticales parallèles entre elles et séparées par des arêtes de quelques décimètres seulement d'épaisseur. Ces surfaces crevassées sont les *Lapiaz* des habitants de la Savoie et les *Karrenfelder* des montagnards suisses. On les a déjà signalées sur le Gemmi, le Kirchet, la grande Scheideck, etc. Leur présence dans cette localité est d'autant plus intéressante que MM. de Charpentier (1) et Agassiz (2) attribuent ces érosions à l'action des glaciers diluviens et des eaux qui en provenaient. Or, actuellement le groupe du Faulhorn est dépourvu de glaciers proprement dits : seulement on trouve dans quelques dépressions des accumulations de neige qui se transforme en glace, et constitue une variété de glaciers sans *névé*, sur lesquels j'espère attirer une autre fois l'attention de la Société.

M. Héricart-Ferrand lit les observations suivantes :

A 2 kilomètres environ du Beausset, en allant à Toulon par Olioules, on arrive à la petite église de Sainte-Anne, située au rétrécissement de la vaste plaine qu'on vient de traverser, et à un kilomètre environ au-dessus de cet étranglement de la vallée qu'on appelle les gorges ou les vaulx d'Olioules. Ce passage très resserré, tranché dans des montagnes élevées, présente sur sa gauche le pic volcanique d'Evenos.

---

(1) *Essai sur les glaciers*, pages 169 et 285.

(2) *Études sur les glaciers*, page 256.

Plus bas que l'église Sainte-Anne, mais supérieurement à l'entrée des gorges d'Olioules, le lit du torrent qui descend de la plaine du Beausset, et qui est à sec pendant l'été, présente sur une vaste surface une roche de grès blanc à gros grains de quarz, avec un ciment sur la nature duquel je ne me prononcerai pas. A ce même endroit, viennent aboutir deux vallées transversales, l'une à la gauche du torrent et descendant du N. vers le S.; l'autre à la droite, en opposition avec la précédente. Cette dernière, moins grande que la première, a un revers plus étendu descendant au midi vers la mer. Dans ces deux vallées transversales, le grès à gros grain de quarz remonte du bas vers le haut, non sur une ligne uniforme, continue, mais par mamelons, qui ont la forme de grands dômes surbaissés, surtout dans la vallée du S., et qui redescendent sur une grande longueur dans le revers de la vallée du S. vers la mer. Tous ces monticules n'ont point une forme en dôme également régulière; les uns sont complétement découverts, et les autres en partie engagés sous les terrains qui leur sont supérieurs.

Leur surface arrondie offre, sur une grande échelle, des formes prismatiques, au nombre desquelles il en est de forme hexaèdre très régulière et de 2 mètres d'étendue d'un angle à l'angle opposé. Ces formes géométriques sont si fortement tracées qu'elles sont visibles de la grande route, à une distance de plus de 300 mètres. Les lignes qui les limitent doivent cette évidence à une végétation, bien faible à la vérité, mais suffisante pour leur donner une largeur de $0^m,05$ à $0^m,10$; je ne sais jusqu'à quelle profondeur les faces des prismes peuvent s'étendre.

Sur quelques uns de ces monticules, les arètes des prismes sont élargies et creusées de $0^m,30$ à $0^m,60$ et plus, et séparent des saillies, des élévations régulières, des tronçons arrondis, qui sont autant de restes ou de témoins des prismes primitifs. C'est particulièrement sur le revers de la vallée transversale du midi, qui descend du côté de la mer, que se voit cette dernière disposition. Il en est encore une autre non moins digne de remarque, dans la même localité. La surface supérieure de ces proéminences ou grands mamelons arrondis est généralement plus intacte que leurs parties latérales ou que leurs flancs, sur lesquels on voit des ouvertures, des chambres, des excavations qui pénètrent à une certaine profondeur et par étages le massif du grès. Ces excavations, à des hauteurs variables et de dimensions différentes, sont l'effet d'une destruction spontanée, naturelle, car l'intérieur de ces grès n'a souvent pas de solidité et tombe en sable. Les mame-

lons les plus rapprochés des chemins présentent bien des échancrures dues à des exploitations ; mais les premiers dont je viens de faire mention sont hors de la portée de la main de l'homme et uniquement l'effet du temps.

Passant ensuite aux réflexions que lui a suggérées l'examen de ces grès, M. Héricart-Ferrand croit qu'ils n'ont aucun rapport avec ceux de Fontainebleau ; mais il a observé aussi dans ces derniers, sur la rive gauche de l'Essonne, près de La Ferté-Alep, des formes prismatiques assez analogues, quoique sur une échelle infiniment moindre que celle des grès de Sainte-Anne.

Après cette communication, M. Boubée fait remarquer que les roches prismatiques signalées par M. Héricart-Ferrand appartiennent au grès bigarré, et constituent un grès plus ou moins fin, à ciment feldspathique altéré. Quant à leur forme, elle lui paraît le résultat d'un retrait opéré dans la masse lors de sa consolidation. On trouve dans ces couches, continue-t-il, des traces charbonneuses ou fausse houille, accompagnées de plantes propres au grès bigarré.

M. Boubée rappelle ensuite qu'il a publié, il y a dix ans, dans son *Bulletin d'histoire naturelle*, un instrument propre à mesurer les dimensions des coquilles, et auquel il avait alors donné le nom de *conchyliomètre*. Il l'a souvent, dit-il, employé à la description des espèces insérée dans le même ouvrage, et il a été mentionné dans le *Bulletin de la Société*, tome II, pages 322 et 334. Cet instrument, continue M. Boubée, n'a point été figuré à la vérité, parce que MM. de Blainville et Deshayes m'avaient démontré l'inutilité de semblables mesures dans un grand nombre de cas ; mais je pense que cet essai, qui d'ailleurs était connu de beaucoup de personnes, aurait pu être mentionné par M. Alcide d'Orbigny dans la description de son hélicomètre.

M. Alcide d'Orbigny répond que l'instrument dont parle M. Boubée n'ayant été en réalité ni décrit ni figuré, il lui aurait été difficile d'en tenir compte ; mais que cependant s'il l'eût connu, il se serait empressé d'en signaler l'auteur.

M. Angelot communique la note suivante.

Dans la séance du 21 mars 1842, j'avais présenté diverses objections à une hypothèse développée par M. le marquis de Roys, sur la permanence de la température dans l'intérieur de la masse liquide du globe. Dans sa réponse imprimée, je trouve un argument, qui ne figurait pas dans sa réponse orale, ou qui m'avait échappé alors : aussi, malgré la répugnance que ce savant modeste témoigne pour la controverse, dont semble l'éloigner son caractère bienveillant, je crois devoir revenir sur ce sujet.

Il dit, tome XIII, page 249 du *Bulletin :* « On ne peut en con-
» clure (de l'accroissement de température de la surface au centre
» dans la masse liquide) que les progrès de la solidification exi-
» gent l'abaissement de température de toute la masse liquide,
» car très probablement le corps qui, à une profondeur de 10 my-
» riamètres, et par conséquent à une pression d'environ 25,000,000
» d'atmosphères, se solidifie à 1,500°, se solidifiera à 1,600 sous
» une pression de 100,000 atmosphères, à moins de 40 myriamè-
» tres de profondeur. »

La solidification des liquides par la pression est une supposition fondée seulement sur l'analogie que paraît présenter la liquéfaction des gaz et des vapeurs par ce moyen. Peut-être peut-on aussi tirer quelque induction en ce sens de l'opinion de certains physiciens, et de M. Arago en particulier. Des odeurs des corps et de leurs émanations les plus subtiles, ce célèbre physicien, en développant dans ses cours l'idée de la possibilité de l'existence d'un éther résistant dans les espaces célestes, paraît admettre que *la tension d'aucune substance n'est jamais nulle.* D'après cette opinion, les corps dans le vide ne se maintiendraient à l'état solide que par la pression de leur propre vapeur, quelque basse que fût la température, quelque faible que fût la tension. L'analogie tirée d'un changement d'état à un autre changement d'état est assez arbitraire ; le principe de la *tension jamais nulle* a été contesté, quoique je sois pour mon compte assez disposé à l'admettre. Il y a dans ce dernier cas passage de l'état gazeux à l'état solide sans liquéfaction intermédiaire. A une même température, c'est la pression seule qui détermine la liquidité ou la *gazéité* d'un fluide ; mais les annales de la science ne me semblent offrir aucun indice de la température de solidification d'un liquide variant suivant la pression. M. Gay-Lussac est arrivé à retarder le point de congélation de l'eau jusqu'à —6°, et même, dit-on, —12°, mais sans que la variation de la pression ait intervenu en rien dans le phénomène. Il a seulement conclu de ses expériences, et tous les physiciens paraissent d'accord avec lui à cet égard, que

la solidification des liquides était le résultat d'un arrangement différent des molécules et non un simple rapprochement. Les expériences de la machine de Thilorier ont, je le sais, donné crédit auprès de quelques géologues distingués à l'idée de la solidification des liquides à diverses températures par une pression suffisante; mais cela tient uniquement à ce que ces savants n'ont pas vu fonctionner cette machine. La pression puissante qui s'y opère ne fait rien autre chose que liquéfier l'acide carbonique. Sa solidification n'y est que le résultat du refroidissement produit par la vaporisation rapide, *à la pression extérieure*, d'une partie de l'acide carbonique qui avait été liquéfié à l'intérieur par une pression considérable. Bien plus, l'idée même de la solidification des liquides par la pression, présente, pour certains cas du moins, quelque chose de tout-à-fait irrationnel. L'eau n'est pas le seul corps qui augmente de volume en se solidifiant; M. Biot cite en particulier, comme se trouvant dans le même cas, l'antimoine, le bismuth, le fer fondu et le soufre si commun dans la nature. Dire qu'une pression suffisante solidifierait ces corps, ne serait-ce pas dire en réalité que *certains corps peuvent augmenter de volume par une diminution suffisante de leur volume?* ce qui implique en soi-même contradiction. La température de solidification des liquides, variable avec la pression, est donc un principe qui, s'il n'est pas démontré impossible, est du moins loin d'avoir l'extrême probabilité que lui attribue M. de Roys.

Eh bien cependant, admettons-le! Qu'en va-t-il résulter? Puisque toutes les couches concentriques de la masse intérieure présumée liquide sont dès à présent, suivant M. de Roys, à la température et à la pression qui conviennent à leur solidification; sans être solides, chacune d'elles pour se solidifier doit rendre libre son calorique de fluidité, son calorique latent, et elle ne peut le rayonner à l'extérieur qu'après solidification préalable de la couche qui lui est immédiatement supérieure.

Toute la théorie de la chaleur rayonnante part du principe du rayonnement de chaque molécule dans toutes les directions, et jusqu'à présent ce principe a satisfait complétement à tous les faits connus. Il en résulte donc nécessairement que, si la couche qui se solidifie était un obstacle infranchissable au passage de la chaleur, si elle était complétement imperméable, et que la solidification eût lieu d'une manière continue, elle devrait réchauffer la masse liquide intérieure par le rayonnement d'une partie du calorique qu'elle rend libre. Alors nous arriverions à un résultat différent de celui du système de M. de Roys. S'il ne concédait pas

que la masse liquide pût diminuer par suite d'un abaissement de température, il serait forcé de reconnaître qu'elle ne peut non plus conserver toujours le même volume, et que, puisqu'elle acquiert incessamment du calorique sans en perdre, ce volume doit augmenter : aussi M. de Roys cherche-t-il à éluder la difficulté en disant, page 238 *in fine*, que le calorique rayonné vers l'intérieur prévient *les pertes que cette masse pourrait faire*. Mais comment peut-elle faire des pertes dans son système, et si elle fait des pertes, comment les limiter au point juste qui lui donne un volume immuable? On ne peut le faire qu'en partant de l'hypothèse *purement gratuite* que, dès le premier moment où s'est formée l'écorce du globe, la température de chaque couche concentrique s'est trouvée en parfaite symétrie de rapport avec la pression nécessaire pour la solidifier, pression différente pour chacune de ces couches comme la température elle-même.

Mais qui empêche que la radiation calorifique des molécules les plus intimes ait lieu au travers de la couche infiniment mince qui se solidifie à chaque instant, ou qui nous prouve que la solidification est continue, incessante, et sans intermittence aucune; qu'il n'y a pas solidification d'une couche infiniment mince suivie d'une interruption suffisante pour l'écoulement de l'excès de temrature de la couche qui va se solidifier; puis succession alternative des mêmes phénomènes, intermittence de solidification et d'écoulement de l'excès de température du liquide au-dessus du point de solidification? Quelles circonstances, quelles lois de la physique peuvent faire rejeter la simplicité de cette marche toute naturelle? Mais alors la base de l'hypothèse de M. de Roys s'écroule, et l'on arrive à celle de la diminution de volume de la masse liquide intérieure.

Ce qui me paraît au reste essentiel dans les théories déduites de la chaleur centrale comme expliquant mieux les faits géologiques, c'est la liquidité intérieure avec la tendance à diverses époques successives à former des chambres à la surface de séparation des matières liquides et de l'enveloppe solide. Mais je suis loin pour cela de rejeter toute idée de phénomènes dus à des effets de retrait dans l'écorce du globe. La tendance à former des chambres n'est pas exclusive de cet autre ordre de phénomènes. Une voûte peut très bien être composée d'éléments cunéiformes non réunis, de compartiments jouant à frottement les uns à l'égard des autres. C'est aussi avec intention que je me sers de l'expression tendance à former des chambres, plutôt que de parler de la formation de chambres affectives. Très probablement l'écorce

terrestre n'a jamais atteint jusqu'à présent une épaisseur suffisante pour se supporter seule sur l'abîme. A mesure que la tension intérieure diminue, elle s'affaisse peu à peu jusqu'à ce que, sa limite de flexibilité étant épuisée, elle rompe et produise les chaînes de montagnes. Mais dans cette enveloppe qui s'affaisse lentement, il peut, il doit se produire des effets de retrait, parce qu'il y a diminution de température et diminution plus rapide à l'intérieur qu'à l'extérieur. Je regarde comme très possible qu'une partie des tremblements de terre soit due à des craquements résultant de retraits à la partie interne de l'écorce du globe. Il peut en résulter des secousses très petites qui se transmettent comme le son au travers de l'écorce du globe et produisent un léger ébranlement. Mais les violents tremblements de terre, ceux surtout qui impriment au sol des mouvements ondulatoires, des secousses de bas en haut, me paraissent dus à des causes d'un autre ordre, à des causes de la nature des phénomènes volcaniques et des émanations gazeuzes, ainsi que je l'ai expliqué dans une autre occasion. Enfin une grande partie des fentes où se sont produits des filons et des veines par injection ou sublimation, peut bien n'être due aussi qu'à des effets de retrait.

M. de Roys parle de phénomènes observés dans les laves qui se refroidissent, et qui sembleraient dues à la contraction plus grande de la croûte. Mais ici encore ce fait s'explique par le refroidissement très rapide de la surface, dont la température est si supérieure à celle de l'air ambiant, ce qui n'a plus lieu depuis long-temps pour le globe terrestre. C'est ce que j'appellerai le phénomène de la première période du refroidissement, lorsqu'à l'extérieur il a lieu beaucoup plus rapidement que le mouvement de la chaleur à l'intérieur. Comme du reste les faits passent avant les théories, je citerai moi-même un fait singulier, qui me paraît dû à un phénomène de retrait d'autant plus curieux qu'il s'applique au granite, et semblerait devoir à lui seul trancher la question de la formation ignée ou aqueuse des granites, si elle était encore pendante. Je ne me préoccuperai pas beaucoup de l'induction qu'on peut en tirer dans la discussion actuelle, parce que le fait est explicable dans les deux théories. Dans celle pour laquelle je penche, il peut être considéré comme s'étant opéré dans la première couche solidifiée, ce qui en ferait alors la plus ancienne des assises du globe terrestre, ou comme s'étant produit à une certaine profondeur par retrait, lorsque les premières couches solidifiées se contractaient déjà beaucoup moins que les plus récentes. Voici du reste le fait :

Pendant l'été de 1840, me trouvant aux eaux de Cauterets, dans les Pyrénées, j'ai été très frappé de l'aspect que présentent les granites de la vallée qui s'étend du bain de la Raillère jusqu'au pont d'Espagne, et même en remontant jusqu'au lac de Gaube. La surface en est presque partout recouverte de grandes veines saillantes de quelques millimètres, à peu près rectilignes et parallèles, plus ou moins distantes, et larges de quelques centimètres, coupées obliquement par un autre système de veines semblables, également parallèles entre elles. Il en résulte des rhombes ou même des losanges assez réguliers, n'ayant souvent pas plus d'un mètre de côté, et se présentant en creux séparés entre eux par des lignes en relief, des espèces de nervures. Le fait se voit surtout parfaitement bien sur une masse granitique qui sert de point d'observation aux voyageurs, pour jouir du coup d'œil de la cascade du gave et du pont d'Espagne. Ce n'est pas sans peine que j'ai pu détacher de minces fragments de ces veines saillantes de granite que je présente à la Société : ils suffisent pour donner l'idée de leur largeur et de leur saillie ; mais je n'ai pu parvenir à détacher tout à la fois une de ces nervures avec partie de roche massive. Les veines et la roche m'ont paru minéralogiquement identiques : seulement il m'a semblé que le granite des veines était *peut-être* composé d'éléments un peu plus fins. Ces circonstances m'ont conduit à l'idée d'un retrait dans le granite, dont les fissures auraient été remplies par de nouvelles matières liquides. Par suite d'un refroidissement plus rapide dans leur contact avec les parois de la roche déjà solidifiée, elles se seraient refroidies dans un temps plus court que n'en avait mis la masse elle-même à se refroidir, et auraient ainsi produit des éléments cristallins plus petits. Les agents atmosphériques, agissant plus tard sur la surface du granite, auront attaqué et altéré plus rapidement la masse primitive, où les grains étaient plus gros, et où la désagrégation du feldspath devait entraîner une effoliation comparativement plus grande là où les grains de quarz étaient, par suite de la grosseur des éléments, peut-être un peu plus isolés que dans les veines à plus petits grains. Cette tentative d'explication ne repose d'ailleurs que sur l'idée de la différence du grain dans la roche et dans les veines, ce qui n'est peut-être pas général. Du reste, notre confrère, M. Viquesnel, que j'ai rencontré alors dans les Pyrénées, et auquel j'ai parlé de ce phénomène qu'il avait aussi observé, tant au même lieu qu'en montant de Barèges au pic de Neouviel, m'a paru admettre la même explication. Les effets de retrait que nous connaissons dans les basaltes et les trapps ne

nous présentent le plus ordinairement que des formes pentagonales ou hexagonales ; ce n'est que fort rarement, et par exception, qu'on y rencontre celles de rhombes ou de losanges. Si, comme je le pense, ces formes sont un effet de retrait dans le granite, seraient-elles influencées par les systèmes de cristallisation des principaux éléments du granite ? C'est ce qu'il serait trop hardi d'avancer avant de s'être assuré s'il y a quelque constance dans les angles de ces rhombes.

Du reste, quelle qu'en soit la cause, frappé de la singularité du fait de ces nervures granitiques, je supposai d'abord que mon inaptitude aux observations géologiques m'avait seule empêché de les remarquer dans d'autres localités. Mais depuis, n'ayant vu dans les livres aucune indication de ce genre, et le fait ayant paru à M. Elie de Beaumont, auquel j'en fis part à mon retour, aussi nouveau qu'à moi-même, j'ai cru qu'il pouvait ne pas être sans intérêt de vous en entretenir, à l'occasion d'une discussion sur les effets géologiques du retrait par refroidissement.

M. Alcide d'Orbigny fait l'observation suivante en réponse à M. Boubée.

J'ai cité dans mon travail sur l'Hélicomètre les recherches importantes de MM. Mozeley, Naumann et Elie de Beaumont, relativement à l'enroulement spiral des coquilles; c'est assez prouver, je pense, que si j'avais eu la moindre connaissance des idées de M. Boubée à l'égard des angles mesurés sur les coquilles, je me serais empressé de le nommer ; mais, je puis le dire, j'ignorais complétement que M. Boubée se fût occupé de cette question. Je suis du reste très excusable de ne l'avoir pas fait : j'étais en Amérique lorsque M. Boubée parlait à ses amis de son projet d'application, et comme il n'a décrit ni figuré nulle part ses moyens de mesurer, je ne pouvais guère les connaître.

Il lit ensuite une note qui est imprimée dans le procès-verbal de la séance suivante.

Séance du 20 *juin* 1842.

PRÉSIDENCE DE M. L. CORDIER.

Le Secrétaire donne lecture du procès-verbal de la dernière séance dont la rédaction est adoptée.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Ch. d'Orbigny, la 23e livraison, tome II, du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dont il dirige la publication.

De la part de M. Porphyre Jacquemont, les livraisons 40 et 41 du *Voyage dans l'Inde par Victor Jacquemont.*

De la part de M. Agassiz, le *Récit d'une course faite aux glaciers en hiver* par lui et M. E. Desor (Extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève*, avril, 1842). In-8°, 36 pages.

De la part de M. Nyst, ses *Additions à la faune conchyliologique des terrains tertiaires de Belgique* (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Bruxelles*, tome IX, n° 5). In 8°, 13 pages.

De la part de M. Nicolo da Rio, son *Orittologia euganea;* petit in-folio, 179 pages, 2 cartes. Padoue, 1836.

De la part de M. A. de Zigno, son mémoire intitulé : *Sopra alcuni corpi organici che si osservano nelle infusioni.* In-8°, 24 pages. Padoue, 1842.

De la part de M. Murchison, *Address*, etc. (Discours qu'il a prononcé, le 17 janvier 1842, à la première séance de la Société géologique de Dudley et Midland). In-8°, 20 pages. Londres, 1842.

De la part de M. Murchison, *Address*, etc. (Discours qu'il a prononcé, le 18 février 1842, à la réunion anniversaire de la Société géologique de Londres, en sa qualité de président). In-8°, 73 pages. Londres, 1842.

La Société reçoit en outre les publications suivantes :

Comptes-rendus de l'Académie des sciences, 1842, 1er semestre (t. XIV, nos 23 et 24).

Bulletin de la Société de géographie, numéro de mai 1842.

L'Institut, nos 441, 442.

L'Écho du Monde savant, nos 736, 739.

Correspondenzblatt, etc. (Feuilles de correspondance de la

Société royale des sciences du Wurtemberg). Année 1842, 1er cahier.

The Athenæum, nos 763, 764.

The Mining Journal, nos 355, 356.

Le Secrétaire donne lecture de la lettre suivante adressée par M. Des Moulins à M. le Président.

« Le journal *l'Écho du Monde savant*, no 733, du 29 mai 1842, page 330, contient la deuxième partie d'une *Note sur l'âge de certains dépôts coquilliers des bassins immergés*. Dans cet article, il est question des trois célèbres gisements de fossiles des Pyrénées-Orientales, et il est dit qu'*on y rencontre, par exemple, la* CYPRINA ISLANDICOÏDES, *qui, ainsi que Lamarck l'a fait observer, est l'analogue de la* CYPRINA ISLANDICA.

» Il est vrai, monsieur le président, que l'illustre Lamarck, à une époque où sa vue allait s'affaiblissant de jour en jour, et où la connaissance anatomique des mollusques était bien moins avancée qu'à présent, donna la première de ces coquilles pour l'analogue de la seconde.

» La différence *essentielle* qui interdit tout rapprochement entre les deux espèces consiste en ce que, dans la *Cyprina islandica* Lam., coquille vivante des mers du Nord, l'impression palléale est *entière*, c'est-à-dire *non échancrée* en arrière, tandis que dans la *Cyprina islandicoïdes* Lam., coquille fossile des terrains tertiaires moyen et supérieur, cette impression palléale est *profondément échancrée* en arrière comme dans les vraies Vénus et Cythérées; d'où il suit que l'animal de la coquille fossile était pourvu de deux tubes ou siphons saillants, et que rien de semblable n'existe chez l'animal de la coquille vivante; d'où il suit encore que, d'après les principes actuellement admis à si juste titre en malacologie, ces deux coquilles ne peuvent faire partie du même genre.

» En 1825, M. de Blainville (*Manuel de malacologie*, page 552) a parfaitement caractérisé le genre *Cyprine* par ces mots: *Ligule* (impression palléale ou palliale, impression abdominale) *étroite, marginale, peu ou point sinueuse en arrière*. Mais cette caractéristique si précise est comme annulée par l'adjonction au genre *Vénus* (comprenant les Cythérées) de deux sections à ligules non sinueuses. Il n'entre point dans l'objet de cette lettre de discuter la légitimité de l'association dont je viens de parler; je me borne

à prendre le genre Cyprine tel que M. de Blainville le caractérise, et tel qu'il doit l'être, selon moi.

» En 1830, M. Deshayes (*Encycl. méth.*, Vers, tom. II, deuxième partie, page 46) a laissé pour ainsi dire rétrograder la question, car il se borne à dire qu'*il n'a jamais vu, de Bordeaux, la* CYPRINA ISLANDICA *que Lamarck y indique à l'état fossile* (sous le nom d'*islandicoïdes*). Il ne dit plus rien à ce sujet dans l'article *Cythérée* du même volume, et il admettait alors le genre Cyprine tel que Lamarck l'avait formé, puisqu'il ajoute (art. *Cyprine*, généralités, pag. 45, l. c.) que *le midi de la France, l'Italie et l'Angleterre en offrent sept ou huit espèces bien caractérisées.* Or, ce genre, ainsi que je l'ai dit plus haut, est rendu tout-à-fait hétérogène par le mélange d'espèces à impression sinueuse et à impression non sinueuse (remarque qui, si ma mémoire ne me trompe pas, a été faite pour la première fois par M. Defrance). M. Deshayes s'est donc abstenu, dans sa caractéristique des Cyprines, de parler de l'impression palléale, et a attribué l'importance *générique* à la grande fossette qui se trouve sous les crochets. Ce qui le prouve, c'est qu'il dit, en parlant de la *Cyprina scutellaria*, l. c., pag. 46: *L'impression abdominale n'est point échancrée postérieurement, et en cela elle ressemble à la* CYPRINE D'ISLANDE; *mais elle diffère par ce caractère de plusieurs autres espèces qui ont cette échancrure très profonde.*

» La fossette qui se trouve sous les crochets existe, plus ou moins marquée, dans la majeure partie des Cythérées; ce n'est donc point un caractère propre aux coquilles que Lamarck a comprises dans son genre *Cyprine.*

» Les *Cyprina islandica*, Lam., et *scutellaria*, Desh., ont l'impression palléale *non échancrée postérieurement!* elles *sont congénères!* Voilà les vraies *Cyprines!*

» Les *Cyprina islandicoïdes*, Lam., et *gigas*, Lam., ont l'impression palléale *profondément échancrée!* elles sont *congénères!* ce sont de vraies *Cythérées!*

» C'est d'après ces principes que, dès 1837, j'ai étiqueté au musée de Bordeaux, dont je m'étais chargé d'arranger la partie conchyliologique, les Cyprines de *Lamarck* qui font partie de cette collection. »

La Société reçoit l'annonce de la mort de M. Cauchy, l'un de ses membres, professeur de minéralogie à l'Athénée royal de Namur.

M. Alcide d'Orbigny répond ce qui suit aux réclamations de M. Boubée, relatives à son hélicomètre.

Depuis la dernière séance, j'ai voulu m'assurer jusqu'à quel point la réclamation de M. Boubée était fondée relativement à l'invention d'un instrument propre à mesurer les coquilles, et voici les résultats auxquels je suis arrivé. M. Boubée a eu, il est vrai, l'excellente idée de mesurer les angles des coquilles, il a même eu le projet de faire faire un instrument; mais il est très certain qu'il ne l'a jamais mis à exécution, et qu'il ne s'est servi pour ses mesures que d'un goniomètre d'Haüy, ainsi que plusieurs membres de la Société peuvent l'affirmer. On sait combien il y a loin d'un projet à son exécution, et malgré la simplicité de mon *hélicomètre*, il n'a pas laissé que d'offrir quelques difficultés. Ainsi, il y a toujours entre les travaux de M. Boubée et les miens cette énorme distance : M. Boubée en était resté *aux projets;* j'ai eu la même idée sans avoir la moindre connaissance de ses recherches, et *j'ai exécuté.* On trouvera aussi, je l'espère, que loin de me borner à des termes vagues, toujours faciles à énoncer, j'ai cherché à approfondir la question, en détaillant les moyens de mesurer une coquille, et la manière d'en reproduire graphiquement la figure.

M. Boubée communique la réponse suivante :

Loin de n'avoir eu que *l'idée de mesurer les angles des coquilles* et de m'en être tenu à des *formes vagues toujours faciles à énoncer* comme le prétend M. d'Orbigny, j'ai complétement poursuivi et réalisé la pensée de mon *conchyliomètre* et il me sera facile d'en donner la preuve. Ainsi dans le premier volume du *Bulletin de la Société géologique*, pag. 232, trois pages sont consacrées à reproduire les considérations très détaillées que j'avais présentées à ce sujet. On y lit notamment :

« Dans les *univalves*, il suffira de mesurer l'*angle de la spire* à » son sommet, parce qu'il est constant dans les individus d'une » même variété; de mesurer l'*angle d'ouverture*, parce qu'il est » aussi très différent dans les diverses espèces; enfin de mesurer » l'*angle que fait la direction des tours de spire avec l'axe de la co-* » *quille*, parce que c'est de cette direction plus ou moins oblique » que résulte le *facies* particulier de chaque espèce.

» Il est évident que si l'on détermine la longueur d'une co-

» quille, sa largeur ou son plus grand diamètre, la longueur et » la largeur de l'ouverture, l'angle d'ouverture, la direction des » tours de spire et l'angle de la spire, on aura si bien précisé sa » forme que le naturaliste éloigné pourra la reproduire sous son » crayon sans la voir et sans en avoir autre chose que la descrip- » tion; en second lieu, on pourra s'assurer par la seule descrip- » tion si les figures sont exactes; enfin ces moyens pourront per- » mettre aux iconographes de mettre dans leurs dessins beaucoup » plus de vérité et d'exactitude, et cela par des procédés de la » plus grande simplicité.

» Parmi les coquilles *bivalves* ce sera tout aussi facile; il en est » d'équilatérales dans lesquelles l'*angle extérieur de la charnière* » sera le meilleur caractère, etc. »

M. d'Orbigny dit-il quelque chose de plus précis en proposant son hélicomètre? Je n'annonçai pas encore, il est vrai, d'instrument destiné à mesurer les angles, mais je ne tardai pas à le produire dans mes cours et à l'annoncer à la Société philomatique. Et en effet on peut lire dans le Compte-rendu des progrès de la géologie, en 1831, par M. Desnoyers (*Bulletin de la Soc. géol.*, tom. II, page 322) un article consacré à mon conchyliomètre. M. Desnoyers s'exprime ainsi:

« M. Boubée, pour dégager la détermination des coquilles » fossiles d'erreurs trop fréquentes dans les descriptions des géo- » logues, propose une sorte de *conchyliomètre* qui permettrait de » déterminer les espèces et même les variétés de ces corps, soit en » nature, soit à l'état de moules intérieurs ou extérieurs, avec » une précision plus rigoureuse que par l'usage des caractères » habituellement énoncés, précision presque géométrique et à » peu près analogue à celle du goniomètre.

» M. Boubée pense que l'application du même instrument se- » rait facile aux moules de coquilles, aux échinides, aux radiaires » et aux polypiers. »

Enfin dans mon *Bulletin* d'*histoire naturelle de France*, 1833 et 1834, où j'ai eu à décrire un grand nombre d'espèces nouvelles de coquilles fraîches et de coquilles fossiles, j'ai eu soin de donner, à la suite des descriptions et comme caractères spécifiques importants, les angles pris au *conchyliomètre*. Ainsi pour la *Melania sulcata* (5e section, pag. 15) après la description de l'espèce: « *Longueur*, 65 millim.; *largeur*, 25 millim.; *angle de la spire*, » 23°; *angle capitulaire*, 95°; *angle latéro-dorsal*, 125°; *angle* » *latéro-buccal*, 120°; *angle des sillons aux sutures*, 82°; » et de même pour vingt autres espèces nouvelles.

Il s'en faut donc bien que j'en sois resté à *l'idée* et aux *projets*, comme le prétend M. d'Orbigny.

Quant à l'instrument que j'ai employé jusqu'ici pour prendre ces angles, c'est simplement le goniomètre d'Haüy, auquel j'adaptais quelquefois deux petites tringles en guise de rallonges pour quelques angles des grosses coquilles. Or je crois que, pour mesurer mécaniquement les angles des coquilles ou de tout autre corps, on fera difficilement un instrument qui ne soit un goniomètre d'Haüy à plus longues ou à plus courtes branches.

Au reste, ma réclamation contre M. d'Orbigny portait non pas sur la construction de l'instrument, mais sur le principe qui en est le point de départ et qui est bien la chose la plus importante. J'avais lieu d'être surpris de n'être pas même cité dans sa notice, où il rappelle cependant trois naturalistes qui n'ont dit que quelques mots sur l'utilité de mesurer les angles des coquilles et longtemps après tout ce que j'ai publié à cet égard. Je ne mets pas en doute que M. d'Orbigny n'ignorât tout cela, et dans ce cas je me félicite que mes idées sur ce sujet se trouvent étayées de celles d'un naturaliste aussi compétent.

M. de Sénarmont présente à la Société les cartes géognostiques des départements de Seine-et-Oise et Seine et-Marne dressées par lui, et donne, sur ces cartes, des explications détaillées qui seront imprimées dans un prochain numéro du *Bulletin*.

A la suite de cet exposé, plusieurs membres prennent la parole. M. le Président et M. Huot adressent à M. de Sénarmont quelques questions relatives au terrain diluvien de la vallée de la Seine.

M. d'Omalius d'Halloy demande si le terrain de transport argileux, placé par M. de Sénarmont au-dessus des grès et sables de Fontainebleau, occupe toujours cette position : il est porté à en douter, parce que dans plusieurs localités il l'a trouvé en liaison directe avec la craie et ses silex.

M. de Sénarmont répond qu'il s'est assuré, par des observations multipliées, que ce terrain est toujours supérieur aux sables de Fontainebleau.

M. Constant Prevost partage cette opinion. A Varangeville, près Dieppe, il a vu les sables placés sur la craie et les silex, et surmontés par le dépôt argileux en question.

M. Leblanc considère ce dépôt comme identique avec la couche argileuse à fragments et grains siliceux qui, dans la plaine d'Ivry et ailleurs, recouvre le diluvium de la vallée de la Seine, et qui s'en distingue par des caractères tout particuliers, notamment par l'absence complète de calcaire. En effet, on y chercherait en vain un atome de cette roche, qui est au contraire très commune dans le diluvium.

M. Lechâtelier n'admet pas cette distinction; il ne voit dans les couches de la plaine d'Ivry qu'un terrain unique.

M. Boubée regarde le dépôt argileux dont il s'agit comme l'équivalent du loess de la vallée du Rhin.

Cette discussion amène M. d'Omalius d'Halloy à dire quelques mots au sujet de la terre végétale. Il ne pense pas qu'elle soit toujours le résultat de la décomposition des roches solides sur lesquelles elle repose; dans certains cas, à la vérité, elle se produit de cette manière: ainsi le sol crayeux des plaines de la Champagne n'est autre chose qu'un détritus de la craie. Mais le plus souvent elle constitue une formation particulière et tout-à fait indépendante : alors la dénomination de terre végétale devient impropre si on l'applique à toute l'épaisseur de la couche. Elle ne convient qu'à la partie supérieure et presque superficielle, qui peut être modifiée par l'atmosphère et le travail des hommes.

M. Raulin présente ensuite à la Société la minute de sa *Carte géognostique du plateau tertiaire parisien*. Les essais qu'il fait faire d'un nouveau mode de coloriage plus économique et plus précis que le coloriage à la main, ne lui permettant pas d'en avoir des exemplaires avant un mois ou deux, il croit devoir remercier, avant la mise en vente, les personnes qui ont contribué au perfectionnement de sa carte, en lui communiquant leurs travaux encore inédits.

Il adresse donc ses remerciements à M. É. de Beaumont, pour avoir bien voulu, il y a sept à huit années, lui laisser prendre copie des différentes parties de la carte de France qui pouvaient être utiles à son travail; à M. de Sénarmont, pour des rectifications de détail qu'il lui a permis de prendre sur ses cartes géologiques des départements de Seine-et-Oise et Seine-et-Marne. M. Raulin fait ici remarquer que leurs

travaux, exécutés séparément, ont présenté à la confrontation un accord presque parfait pour la distribution des masses minérales. Les différences n'ont guère porté que sur des détails qui avaient dû nécessairement lui échapper, puisqu'il n'avait ni le temps ni la volonté de faire un relevé aussi minutieux que celui de M. de Sénarmont, l'échelle de sa carte étant trois fois et demie plus petite.

Il exprime ensuite sa reconnaissance envers MM. Leymerie, Buvignier et Buteux, auteurs des cartes de l'Aube, des Ardennes et de la Somme, dont il a emprunté les parties de ces départements comprises dans sa carte; et envers M. le marquis de Roys, qui lui a indiqué quelques rectifications à faire au plateau tertiaire situé au S.-O. de Montereau, entre la Seine et le Loing.

Enfin, M. Raulin termine par des témoignages de gratitude pour M. le général Pelet, directeur du Dépôt de la guerre, qui a mis à sa disposition cinq feuilles de la nouvelle carte de France, dont la gravure n'était pas complétement terminée. Sans cette communication bienveillante, la carte de M. Raulin aurait présenté, dans les parties méridionale et occidentale, un tracé du relief du sol très défectueux, puisqu'il n'aurait eu pour le faire que la carte de Cassini, dans laquelle l'orographie est si mal comprise.

MM. Degousée et Mulot lui ont également communiqué les coupes de leurs sondages artésiens, ce qui lui permettra de joindre à sa carte des coupes générales exactes.

M. Alc. d'Orbigny fait les communications suivantes :

Je viens de terminer un travail d'ensemble sur les Bélemnites des terrains jurassiques, et je crois devoir communiquer à la Société les principaux résultats ayant un rapport immédiat à la géologie.

La réunion des noms des Bélemnites des terrains jurassiques donnés par les auteurs, en comptant toutes celles qui sont décrites dans tous les pays, m'en a fait trouver au moins *quatre-vingt-dix-huit*. Sur ce nombre, *vingt-deux* me sont inconnues; parmi celles-ci, *huit* pourraient être des individus complets, tandis que les *quatorze* autres me paraissent, soit des difformités, soit des échantillons altérés par la fossilisation.

J'ai donc pu examiner comparativement *soixante-seize* espèces des différents auteurs. En y appliquant une révision sévère des synonymes, des difformités, des altérations dues à la fossilisation, des différences apportées par l'âge et les sexes, je suis arrivé à les réduire à *dix-huit*, ou moins du quart. J'espère que les considérations générales dans lesquelles je suis entré à cet égard, à l'article Bélemnite de ma *Paléontologie française* (1), et aux descriptions des espèces viendront justifier cette réforme, qui m'a paru indispensable. Si je joins à ces dix-huit espèces quinze autres nouvelles, appartenant au sol de la France, j'aurai encore un total de *trente-trois* espèces de Bélemnites dans les terrains jurassiques de notre territoire.

Division des Bélemnites par groupes.

Il paraît, au premier abord, plus que hasardeux d'oser former des groupes parmi des corps qui ne sont que la très petite partie d'un tout; pourtant, comme ce mode de procéder peut avoir l'avantage de simplifier les recherches, je crois devoir l'adopter pour les Bélemnites.

Premier groupe. Les ACUARI.

Rostre plus ou moins conique, souvent sillonné ou ridé à l'extrémité inférieure, sans sillons ventral ni latéraux aux parties antérieures. Ce groupe comprend les *B. irregularis*, *acuarius*, *compressus*, *Bruguierianus*, *umbilicatus*, *unisulcatus*, *elongatus*, *abbreviatus*, *acutus*, *brevirostris*, *Fournelianus*, *Nodotianus*, du lias; *B. giganteus* de l'oolite inférieure; *B. excentricus*, *Puzosianus*, des couches oxfordiennes; *B. Souichei*, des couches portlandiennes.

Deuxième groupe. Les CANALICULATI.

Rostre allongé, lancéolé ou conique, pourvu inférieurement d'un sillon ventral, occupant presque toute la longueur. Point de sillons latéraux. Ce groupe comprend les *B. canaliculatus*, *sulcatus*, *Blainvillei*, *bessinus* et *Fleuriausus*; toutes appartenant à l'oolite inférieure et à la grande oolite.

Troisième groupe. Les HASTATI.

Rostre allongé, le plus souvent lancéolé, pourvu de sillons latéraux sur une partie de leur longueur, et antérieurement d'un

(1) Voyez *Terrains jurassiques.*

sillon ventral très prononcé. *B. tricanaliculatus* du lias; *B. hastatus*, *Duvalianus*, *Coquandus*, *Sauvanausus*, *Didayanus*, *enygmaticus* des couches oxfordiennes; *B. Royerianus* des couches coralliennes; *B. bipartitus*, *subfusiformis*, *semi-canaliculatus* du terrain néocomien; *B. minimus* du gault.

Quatrième groupe. Les Clavati.

Rostre allongé, souvent en massue, pourvu de sillons latéraux. Point de sillon ventral en avant. *B. clavatus*, *exilis* et *Tessonianus* du lias.

Cinquième groupe. Les Dilatati.

Rostre comprimé, souvent très élargi, pourvu de sillons latéraux, et en avant d'un profond sillon dorsal. *B. dilatatus*, *Emerici*, *polygonalis*, *latus* du terrain néocomien.

Jusqu'à présent, toutes les espèces connues rentrent parfaitement dans ces cinq groupes, qui, comme on peut l'entrevoir, sont pour ainsi dire divisés naturellement par terrain.

Considérations géologiques sur les Bélemnites.

L'étude des faunes renfermées dans les couches du terrain jurassique me porte à le diviser provisoirement ainsi qu'il suit : le *lias* (1); l'*oolite* (2) (contenant l'oolite inférieure, la grande oolite et le forest marble); les couches *oxfordiennes* (3); les couches *coralliennes* (4); les couches *kimméridiennes* (5); les couches *portlandiennes* (6).

---

(1) Je regarde comme lias, toutes les couches inférieures à l'horizon de l'*Ammonites bifrons* (*Walcotii*), et la couche même qui renferme cette espèce, qu'elles soient à l'état ferrugineux, marneux ou calcaire.

(2) Mon type de l'oolite inférieure est à Dundry, en Angleterre; à Bayeux et aux Moutiers (Calvados), etc., etc. C'est le terrain *Bathonien* de M. d'Omalius d'Halloy. Je crois que cette dénomination est préférable à celle d'*oolite*.

(3) Mon type français se trouve aux *Vaches Noires* (Calvados) et sur beaucoup d'autres points.

(4) Les lieux où cette couche est très développée sont : Tonnerre (Yonne), Saint-Mihiel (Meuse), Nantua (Ain), etc., etc.

(5) Chatelaillon (Charente-Inférieure), Boulogne (Pas-de-Calais), Tonnerre (Yonne), etc., etc.

(6) On les trouve à Boulogne (Pas-de-Calais), à Auxerre (Yonne), à Baudremont (Haute-Marne), etc., etc.

Les Bélemnites, divisées suivant ces séries de couches, me donnent les résultats suivants :

Couches du lias.....	16	espèces.
Couches de l'oolite.....	6	*id.*
Couches oxfordiennes.....	9	*id.*
Couches coraliennes.....	1	*id.*
Couches kimméridiennes.....	»	»
Couches portlandiennes.....	1	*id.*
	33	espèces.

Sans avoir égard aux formes, je trouve que les Bélemnites du terrain jurassique ont commencé de suite, avec les couches du lias, époque de leur première apparition sur le globe, par être au maximum de leur développement numérique ; elles se sont réduites à moins de la moitié dans l'oolite; leur nombre est un peu plus élevé avec les couches oxfordiennes ; mais elles ne montrent plus ensuite, dans les autres couches jurassiques supérieures, que des individus isolés. Ces résultats sont d'autant plus curieux, qu'après cette si grande diminution des espèces de Bélemnites aux parties supérieures des terrains jurassiques, il est remarquable de les voir renaître, sous d'autres formes, en assez grand nombre, avec les couches néoconiennes inférieures. Elles diminuent de nouveau dans la formation crétacée, comme elles l'ont fait au sein des couches jurassiques, pour disparaître tout-à-fait avec les dernières couches de ce terrain.

Espèces du lias.

Bélemnites irregularis, Scholth.,
— *acuarius*, Schloth.,
— *compressus*, Blainv.,
— *Bruguierianus*, d'Orb.,
— *umbilicatus*, Blainv.,
— *unisulcatus*, Blainv.,
— *elongatus*, Miller,
— *clavatus*, Blainv.,

Belemnites abbreviatus, Miller,
— *acutus*, Miller,
— *brevirostris*, d'Orb.,
— *Fournelianus*, d'Orb.,
— *Nodotianus*, d'Orb.,
— *Tessonianus*, d'Orb.,
— *exilis*, d'Orb.,
— *tricanaliculatus*, Hartmam.

Toutes ces espèces du lias étaient inconnues dans les couches du muschelkalck. Elles sont donc, avec le nouveau dépôt, une partie de la faune qui a commencé à paraître à cette époque remarquable des terrains jurassiques, si riche en Céphalopodes et surtout en Ammonites.

Espèces de l'oolite.

Belemnites sulcatus, Miller,
— *canaliculatus*, Schloth.,
— *bessinus*, d'Orb.,
Belemnites Fleuriausus, d'Orb.,
— *Blainvillei*, Voltz,
— *giganteus*, Schloth.

Les six espèces de l'oolite sont toutes distinctes de celles du lias, et peuvent être considérées comme caractéristiques.

Espèces des couches oxfordiennes.

Belemnites hastatus, Blainv.,
— *Coquandianus*, d'Orb.,
— *Sauvanausus*, d'Orb.,
— *Puzosianus*, d'Orb.,
— *Beaumontianus*, d'Orb.,
Belemnites Didayanus, d'Orb.,
— *enygmaticus*, d'Orb.,
— *excentricus*, Blainv.,
— *Duvalianus*, d'Orb.

Les Bélemnites des couches oxfordiennes sont différentes des espèces propres aux couches de l'oolite, et aucune, jusqu'à présent, ne s'est montrée simultanément dans les deux. Elles peuvent encore être considérées comme caractéristiques.

Espèces des couches coralliennes.

Belemnites Royerianus, d'Orb.

Espèces des couches portlandiennes.

Belemnites Souichei, d'Orb.

En résumé, les Bélemnites inconnues dans le muschelkalck naissent avec les couches du lias, et y sont représentées en France par *seize* espèces. Ces espèces disparaissent peu à peu en remontant du lias inférieur au lias supérieur, et cessent entièrement d'exister avant les premiers dépôts de l'oolite, où elles sont remplacées par *six* Bélemnites distinctes des premières, qui, elles-mêmes, ne survivent pas aux dernières couches de cet étage géologique, puisqu'au sein des couches oxfordiennes il naît *neuf* espèces qui ne ressemblent en rien à celles de l'oolite. De même que pour les faunes précédentes, les Bélemnites des couches oxfordiennes s'éteignent, et le genre Bélemnite n'est plus représenté dans les couches jurassiques plus supérieures que par des espèces isolées. Ces résultats, quoique sur une très petite échelle, font déjà entrevoir qu'il n'existe pas plus de passage des espèces d'une couche à l'autre, au sein des terrains jurassiques, que dans

le terrain crétacé, et que dès lors chaque espèce peut être considérée comme caractéristique de son étage.

Si maintenant je cherche les rapports des caractères zoologiques des Bélemnites avec leur distribution géologique au sein des couches, je trouverai que :

1° Le groupe des ACUARI ne s'est trouvé jusqu'à présent que dans les couches jurassiques, et principalement dans le lias, puisque sur *seize* espèces, *douze* sont spéciales à cet étage (1).

2° Le groupe des CANALICULATI ne sort pas (au moins dans l'état actuel de la science) des couches de l'oolite, qu'il peut faire parfaitement reconnaître (2).

3° Le groupe des HASTATI se montre à son maximum de développement avec les couches oxfordiennes, tout en continuant de paraître sous d'autres formes spécifiques jusque dans les terrains crétacés inférieurs (3).

4° Le groupe des CLAVATI n'appartient qu'au Lias.

5° Le groupe des DILATATI est spécial aux terrains néocomiens (4).

En se servant des caractères que j'ai indiqués, on voit que, dans presque tous ces cas, les groupes des Bélemnites sont spéciaux à chaque étage, et que, du reste, les espèces sont toutes propres chacune à son étage particulier.

---

(1) C'est ce que j'avais dit dès 1840, *Paléont.*, *Terrains crétacés*, page 39.

(2) Je l'avais encore dit, *loc. cit.*, même page.

(3) Mes nouvelles observations me portent à donner ce groupe ainsi circonscrit.

(4) J'avais, en d'autres termes, exprimé la même pensée en 1840, *Terrains crétacés*, page 66. M. Duval, en retournant ma phrase pour exprimer le même fait sous d'autres formes, a dit que je m'étais trompé ; et pour le prouver (*loc. cit.*) il cite, d'après les auteurs, le *B. dilatatus*, à Bayeux, dans l'oolite inférieure, où tout le monde sait qu'il ne se trouve pas ; à Gundershoffen, dans le lias où il ne se rencontre pas, et même à Esnandes, dans l'oxford-clay, où mon père et moi avons seuls cherché, et où cette espèce ne se trouve pas plus qu'aux autres lieux cités. Des arguments semblables conduiraient à mettre les *trilobites* jusque dans les terrains tertiaires, puisque cela a été publié. Du reste, le désir de M. Duval de voir des mélanges qui n'existent pas, ou de me trouver en faute, vient s'échouer, pour M. Duval lui-même, devant son tableau de la page 78, qui prouve qu'au sein du terrain néocomien, les espèces ont encore des couches spéciales, ce qui est très juste, mais est loin d'appuyer la théorie des passages.

Considérées sous le rapport de leur distribution géographique au sein des divers bassins des anciennes mers jurassiques, les Bélemnites ne m'ont donné jusqu'à présent qu'un seul fait intéressant à faire connaître, c'est qu'à l'époque des couches oxfordiennes, les mers jurassiques paraissent avoir eu déjà leurs faunes respectives; au moins les faits suivants porteraient-ils à le croire.

A cette époque on trouve dans le bassin parisien les espèces suivantes :

Belemnites hastatus,
— *Puzosianus*.
Belemnites Beaumontianus,
— *excentricus*.

Tandis que, sur une bande de couches oxfordiennes qui commence en Espagne (Sierra de Mala cara), se continue dans tout le bassin méditerranéen, par Rians (Var), par Claps, par Vauvenargue (Bouches-du-Rhône) à la Clape, près de Chaudon (Basses-Alpes) jusqu'à Saint-Rambert (Ain), on rencontre les Bélemnites qui suivent :

Belemnites hastatus,
— *Coquandianus*,
— *Sauvanausus*,
Belemnites Didayanus,
— *enygmaticus*,
— *Duvalianus*.

Il en résulterait qu'avec l'espèce type, la *B. hastatus*, commune aux deux bassins, il y aurait encore *trois* espèces spéciales au bassin parisien, et *cinq* au bassin méditerranéen, ce qui annoncerait des mers distinctes à l'époque des couches oxfordiennes.

Sur deux genres nouveaux de Céphalopodes fossiles, les CONOTEUTHIS *et* SPIRULIROSTRA, *offrant des passages, d'un côté entre la Spirule et la Sèche, de l'autre entre les Bélemnites et les Ommastrèphes.*

EXTRAIT.

L'auteur commence par faire ressortir l'importance des découvertes qui tendent à établir des passages entre les êtres exceptionnels et ceux qui sont parfaitement connus, afin de détruire, à leur égard, toute idée d'anomalie, et de les faire rentrer dans les séries animales généralement admises.

Il cherche à démontrer ensuite la distance qui sépare la Spirule, pourvue d'une coquille interne, multiloculaire, élégamment contournée en spirale, et les Calmars, les Sèches, munies d'un osselet interne si différent par la forme. M. Alcide d'Orbigny annonce

qu'un rostre fossile découvert par M. Bellardi dans les terrains tertiaires subapennins de Turin, lui a offert, dans sa section, une série de loges aériennes percées d'un siphon, en tout analogues à celle de la Spirule, et dès lors il croit avoir trouvé un passage entre la Spirule et la Sèche, puisque ce corps, dont il fait le genre SPIRULIROSTRA, réunit à la fois le rostre crétacé de la Sèche et la coquille de la Spirule, ou mieux, une coquille de Spirule logée dans l'intérieur d'un rostre analogue à celui de la Sèche.

La Bélemnite, par son osselet composé d'une lame cornée, de loges aériennes et d'un rostre calcaire terminal, forme anomalie parmi les Céphalopodes. Dès 1839, dans sa *Paléontologie française*, M. d'Orbigny avait rapproché ce genre des Ommastrèphes, d'après des considérations de forme de l'osselet interne. La découverte du nouveau genre CONOTEUTHIS, fossile du terrain néocomien de l'Aube (recueilli par M. le docteur Dupin), vient complétement confirmer ces prévisions, en offrant un osselet en tout semblable à celui des Ommastrèphes, et pourvu, dans son intérieur, d'une série de loges aériennes identiques à celles de l'alvéole de la Bélemnite. Ainsi, d'un côté, M. d'Orbigny aurait trouvé un intermédiaire entre la Spirule et la Sèche, et de l'autre, entre la Bélemnite et les Ommastrèphes.

Dans une autre partie de son mémoire, l'auteur cherche à expliquer les fonctions de l'osselet interne des Céphalopodes dans l'économie animale, suivant ses modifications de formes. Il croit ses fonctions de trois espèces :

1° Lorsque l'osselet est corné, il sert tout simplement à *soutenir les chairs :* il remplit alors les fonctions des os des mammifères.

2° Lorsqu'il contient des parties remplies d'air, comme l'alvéole des Bélemnites, non seulement il soutient les chairs, mais encore il sert d'*allège*, en représentant chez les mollusques la vessie natatoire des poissons.

3° Lorsqu'il s'arme postérieurement d'un rostre calcaire, aux deux fonctions précédentes, va se réunir celle de résister aux chocs dans l'action de la nage rétrograde, et c'est alors un *corps protecteur*, une arme.

Des considérations sur ces trois fonctions font croire à M. d'Orbigny que le plus ou moins d'allongement des osselets est toujours en rapport avec la puissance de natation des animaux qui les renferment; les plus allongés appartenant toujours aux meilleurs nageurs; que le rostre postérieur annonce un animal côtier, puisque ce corps protecteur serait inutile au sein des océans, et que d'ailleurs la Sèche, qui en est pourvue, est le plus côtier de

tous les Céphalopodes. Il finit par déduire de ses observations, comme conclusions, que :

1° Le *Spirulirostre*, à en juger d'après la forme raccourcie de l'osselet, par le volume d'air des loges, devrait avoir des formes massives, lourdes; qu'il était manvais nageur, tandis que la force de son rostre prouve que ce devait être un animal plus spécialement côtier que la Sèche.

2° La forme allongée de l'osselet du *Conoteuthe* dénote un animal étroit, cylindrique, dès lors excellent nageur; d'un autre côté, le manque de rostre protecteur de l'alvéole indique des mœurs pélagiennes: ainsi, le Conoteuthe aurait été excellent nageur et habitant des hautes mers.

3° La forme très allongée de l'ensemble de l'osselet de la Bélemnite annonce un Céphalopode élancé et bon nageur. La présence du rostre indique en même temps un être dont les habitudes étaient côtières: ainsi, la Bélemnite joindrait une nage très prompte à des mœurs riveraines.

Les résultats tout différents auxquels M. Alcide d'Orbigny a été conduit pour les trois osselets fossiles, prouvent qu'en procédant logiquement, on peut, par la comparaison des faits bien constatés appliqués aux corps que renferment les couches terrestres, non seulement juger de la forme des animaux perdus, mais encore arriver à connaître quels pouvaient être les grands traits caractéristiques de leurs habitudes.

L'auteur termine son travail par les caractères des deux nouveaux genres, et par la description du *Spirulirostra Bellardii* et du *Conoteuthis Dupiniana*, dont il montre les figures.

M. Angelot fait la communication suivante.

Note additionnelle sur les causes des émanations gazeuses provenant de l'intérieur du globe.

En communiquant à la Société, dans sa séance du 7 février 1842 (tome XIII, pag. 178 et suiv. du *Bulletin*), diverses réflexions sur les causes possibles des émanations gazeuses provenant de l'intérieur du globe, je m'étais aperçu avec regret des développements, inattendus d'abord, que ce travail prenait sous ma plume et en quelque sorte malgré moi. Aussi j'avais cru devoir abréger plusieurs de ces réflexions pour ne pas abuser de vos moments et ne pas envahir les pages de notre *Bulletin* par l'exposition d'idées purement hypothétiques. Cependant l'un des membres les plus

distingués de la Société, M. d'Omalius d'Halloy, m'ayant engagé malgré cela à revenir encore sur ce sujet, qui lui paraît n'être pas dépourvu d'intérêt, je crois devoir développer, pour les éclaircir, certains passages de ce mémoire.

Dans les pages 182-184, en traitant de l'hypothèse des matières gazeuses dissoutes dans la masse minérale liquide de l'intérieur du globe et mises en liberté par suite d'une diminution de pression résultant de la contraction de cette masse, j'ai parlé à plusieurs reprises de *la séparation de la sphère liquide et de l'enveloppe solide.* J'ai mal rendu mon idée ; il doit y avoir tendance à cette séparation plutôt que séparation réelle, tendance à la formation de chambres plutôt que formation même de chambres ou de vides, ainsi que je l'ai expliqué dans une autre note lue à la séance dernière par suite de discussions sur une hypothèse de M. de Roys (voir pag. 377). Cette seule tendance doit produire une véritable diminution de pression, puisque la résistance de l'écorce, quelque faible qu'elle soit, s'oppose à l'affaissement dans la mesure de sa force jusqu'au moment où sa rupture a lieu. J'ai d'ailleurs expliqué (pag. 184) que, quelque complaisance que j'eusse mise au développement de cette hypothèse, elle m'inspirait de *grands scrupules*, et aussi ai-je eu recours à d'autres explications.

Je me suis demandé (pag. 185) : « *Serait-ce le résultat de gaz* » *mis en liberté par les matières qui depuis sont passées de l'état* » *liquide à l'état solide? est-ce par suite de l'épanchement des eaux* » *de la mer?* » Et après ces questions je me suis attaché à démontrer la possibilité de la seconde de ces causes, et je me suis abstenu d'exposer les doutes que m'inspirait la première pour ne pas abuser de vos moments. C'est la raison de ces doutes que M. d'Omalius d'Halloy m'a engagé à énoncer et à développer.

Comme j'admets que les gaz tenus en dissolution dans un liquide sont mis en liberté par la solidification de ce même liquide, j'ai cherché à connaître quel pouvait être le volume de la couche liquide qui se solidifie annuellement dans l'intérieur du globe indépendamment des laves épanchées à la surface du sol ; mais nous n'avons aucune donnée à cet égard. J'ai donc dû recourir à des inductions pour arriver à une solution approximative de cette question.

De l'accroissement moyen de 1/30e de degré par mètre que nous présente la température à mesure que l'on s'enfonce dans le sol, on a déduit que la quantité de chaleur qui sort chaque année de la terre pourrait fondre une couche de glace à 0° de 6 1/2 milli-

mètres d'épaisseur étendue sur toute la surface du globe. Je ne prétends pas que ce nombre soit sacramentel, mais enfin c'est le seul que nous ayons à notre disposition. Maintenant d'où provient cette chaleur? d'un refroidissement très petit de l'écorce déjà solidifiée, d'un refroidissement plus grand de toute la masse liquide intérieure, et enfin de tout le calorique latent mis en liberté par la petite quantité de roches liquides qui se solidifie annuellement. Admettons même, pour éviter de renouveler la discussion sur le changement ou le non changement de température de la masse liquide intérieure, que toute cette quantité de chaleur provienne uniquement du calorique latent mis en liberté par la couche qui se solidifie annuellement. Ce sera augmenter, sans doute, beaucoup trop cette quantité, mais cela nous donnera le moyen d'arriver à une limite maximum du volume de la couche qui se solidifie annuellement. Il ne pourra pas être supérieur à celui dont la solidification serait nécessaire pour mettre en liberté une quantité de calorique latent capable de fondre une couche de glace à 0° de 6 millimètres et demi d'épaisseur étendue sur toute la surface de la terre.

M. D'Aubuisson de Voisins a estimé la superficie de notre globe à 2,098,587 myriamètres carrés. Une couche de glace de cette surface et de 6 1/2 millimètres d'épaisseur donnerait un volume d'environ 1 1/3 myriamètre cube (plus exactement 1 myr. cube 36/100e). Maintenant les éruptions volcaniques nous donnant sur toute la surface du globe des produits liquides à très peu près analogues entre eux, semblent nous indiquer avec une très grande probabilité que la couche inférieure qui se solidifie actuellement est composée des mêmes matières. Si donc nous connaissions la quantité de calorique absorbée par le passage des laves de l'état solide à l'état liquide, leur *calorique de fluidité* en un mot, nous connaîtrions par là même la quantité de calorique latent qu'elles doivent rendre libre par leur solidification, et, par suite, quelle quantité de laves doit être solidifiée pour fondre 1 1/3 myriamètre cube de glace à 0°. Mais quoique cette notion ne soit peut-être pas inabordable par des expériences directes, il n'en a point été fait pour y arriver; et ce n'est pas le seul cas où la géologie se ressente du silence de la physique. Lavoisier et Laplace ne se sont occupés que du calorique de fluidité de l'eau, et Black est le seul qui ait étendu ses observations au-delà à cet égard. Il a expérimenté sur l'eau, le spermaceti, la cire d'abeille et l'étain. Il paraîtrait résulter de ce petit nombre d'observations que la quantité de calorique absorbée par la fusion et restituée par la solidification

croît à mesure que le degré de fusion s'élève. Ainsi, tandis que le calorique de fluidité dégagé par 1 kilogramme d'eau qui se solidifie à 0° serait représenté par 1, celui mis en liberté par 1 kilogramme de spermaceti qui se solidifie à 56° centigrades serait représenté par 1,0963; par 1 kilogramme de cire d'abeille qui se solidifie à 60°, par 1,2963; par 1 kilogramme d'étain qui se solidifie à 219°, par 3,7037. Si cette loi était générale, il en résulterait que les laves, qui ne fondent qu'à une température que l'on estime bien bas en ne la supposant que de 1500°, et qui sont trois fois au moins aussi denses que la glace, dégageraient par leur solidification une telle quantité de calorique qu'il n'en faudrait qu'un volume bien inférieur pour fondre 1 myriamètre un tiers cube de glace à 0°.

On ferait donc une concession énorme, invraisemblable, en supposant que le volume de la couche de matières qui se solidifie annuellement est égal en volume à la glace qui serait fondue par le flux de chaleur qui s'échappe de la terre pendant le même espace de temps. Il n'en est qu'une portion considérablement moindre et ne l'excède certainement pas (1). Le peu d'épaisseur de l'écorce solide du globe déduit de la progression rapide de la température

---

(1) En effet, nous avons supposé, pour plus de simplicité, que le flux de la chaleur qui s'échappe du globe terrestre provient uniquement du calorique latent mis en liberté par la solidification à l'intérieur; mais en réalité il provient aussi d'un certain refroidissement de l'écorce solide et de celui de la masse liquide. En évaluant à moitié du total ces deux éléments, on ne trouvera plus pour volume de la glace pouvant être fondue par le calorique latent, dégagé par la solidification annuelle à l'intérieur, que la moitié de celui que nous avons indiqué. Si enfin on tient compte de ce que la densité de la glace n'est pas le tiers de celle des laves solides, et de la progression probable du calorique de fluidité avec le degré de fusibilité, évalué bien bas, pour les laves, à 1,500°, et, qui, d'après le trop petit nombre d'expériences que l'on possède à cet égard, *paraîtrait* croître d'une unité environ par centaine de degrés; on voit que le volume des matières solidifiées annuellement dans l'intérieur du globe serait, au volume de glace que pourrait fondre le flux de chaleur annuel, $:: \frac{1}{2 \times 3 \times 16} = \frac{1}{96} : 1$; c'est-à-dire qu'il en serait seulement le $\frac{1}{96}$. Mais, si toutes les données que nous avons indiquées doivent entrer dans le calcul, les chiffres sont hypothétiques. De plus, il faudrait aussi tenir compte en sens contraire du calorique absorbé par la dilatation des matières gazeuses dissoutes et condensées dans les matières liquides au moment où ces dernières se solidifient. De là toutes les causes de doute.

à mesure qu'on s'y enfonce, et rapproché de la longue durée des âges géologiques que nous attestent les nombreuses successions des terrains sédimentaires, concourent également à nous prouver le peu d'épaisseur de la couche de matières liquides qui se solidifie annuellement dans l'intérieur du globe.

Eh bien ! je me suis demandé si cette faible quantité de matières pouvait à elle seule contenir en dissolution l'immense quantité de matières gazeuses qui se dégagent annuellement de 3 à 400 volcans par 2 à 3,000 bouches, par un nombre incalculable de fumaroles, par les cavernes des terrains volcaniques, les fissures du sol, les sources gazeuses, etc.; et, malgré l'énorme pression qui doit sans doute les y condenser en très grande quantité à une pareille profondeur, cela m'a paru douteux. C'est pourquoi je suis arrivé à l'idée d'admettre, comme cause *contingente*, l'introduction des eaux de la mer.

J'ai examiné les effets d'une colonne d'eau jouant tout à la fois le rôle de matière injectée pour produire des vapeurs, et servant de piston pour l'injection et de clapet pour empêcher le retour par la même voie. Je n'ai pas prétendu donner cette hypothèse comme complétement indispensable à l'explication des faits, qui cependant offre les motifs de doute dont je viens de vous entretenir. Je ne l'ai pas présentée comme *nécessaire*. Je l'ai mise en avant comme étant dans l'ordre des choses possibles, et comme n'étant pas même dénuée de toute probabilité, ce qui semblait être passé en force de chose jugée.

M. Frapolli lit la traduction faite par lui d'un mémoire de M. Léopold Pilla, intitulé : *Application de la théorie des cratères de soulèvement au volcan de Rocca-Monfina, dans la Campanie;* mémoire que M. le professeur Pilla, de Naples, a lu au congrès scientifique de Florence; il en dépose ensuite sur le bureau l'analyse suivante. Dans ce travail, M. Léopold Pilla fait la description géologique de ce volcan éteint; il discute la nature et la disposition des roches relativement à celle des volcans actuellement en activité. Après avoir établi par ces moyens que la masse trachytique qui constitue la montagne, ainsi que le terrain qui s'y rattache, présente tous les caractères d'un cratère de soulèvement, il fait dépendre de sa formation le transport des tufs volcaniques qui recouvrent la plaine de Sorrente, et il compare ce

cratère à celui du Contat, décrit par MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy, et avec lequel il lui paraît avoir la plus grande analogie. M. Pilla expose ensuite le déplacement des perlites par l'effet du soulèvement d'une digue de trachyte que l'on voit dans l'île de Pouza, sur le bord de la mer. Il parle du double phénomène que l'on observe dans les cratères volcaniques actuels : 1° la formation des cônes d'éruption qui s'élèvent graduellement par la superposition en assises circulaires et l'entassement des déjections du volcan; 2° l'apparition de protubérances, de petites buttes, par le soulèvement de la sole même du cratère déplacée par les forces souterraines; il rattache ces derniers faits au même genre de phénomènes qui ont dû anciennement produire les cratères de soulèvement, et il cite à l'appui de son opinion deux faits de cette nature qui ont eu lieu dernièrement dans le cratère du Vésuve.

Après une courte digression, dans laquelle il analyse les opinions des partisans de la doctrine des causes actuelles et celles de leurs adversaires, le professeur finit en représentant le volcan de Rocca-Monfina comme un des meilleurs exemples du passage de l'action ignée terrestre de la forme plutonienne à la forme volcanique. Il ajoute une classification des terrains ignés des Deux-Siciles suivant l'ordre présumable de leur ancienneté relative.

Ce mémoire est accompagné d'un plan et de quatre autres planches explicatives.

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

A AIX.

Séance du 4 septembre 1842.

Les membres présents se sont réunis à sept heures du soir dans la salle de l'hôtel-de-ville d'Aix.

Les membres qui ont assisté aux réunions sont :

MM.

Agard,
Aubéry,
Barban,
Barnéoud,
Bauga,
Beraud,
Bernard (Augustin),
Bouquot,
Chamousset (l'abbé),
Christophe-Colomb,
Clément-Mullet,
Coquand,
Diday,
Doublier,
Fonscolombe (de),
Glaise,
Graff,
Guiet (l'abbé),
Hombres-Firmas (d'),
Itier,
Martin (Eugène),
Martin (Honoré),
Matheron (Philippe),
Mermet,
Michel (Eugène),
Michelin (Hardouin),
Raspail (Eugène),
Renaux,
Requien,
Saporta (de),
Stobiecki,
Teissier,
Villeneuve (de),
Willemette.

Les personnes étrangères qui ont également assisté aux séances sont :

MM.

Agard, concessionnaire de mines ;
Alexis, docteur en droit ;
Bédarride, avocat ;
Béraud, propriétaire ;
Boyer, pharmacien ;
Clément-Tinelli, inspecteur des domaines ;
Cohen, avocat ;
Collé, propriétaire ;
Colle ;
Coquand, prêtre ;
Dastros, docteur-médecin ;
Figuières, chanoine ;
Florens, prêtre ;
Fonscolombe (de), président de l'académie d'Aix ;
Fontaine, prêtre ;
Goirand, docteur-médecin, adjoint au maire d'Aix ;
Graz (de), propriétaire ;
Heyriès, avocat ;
Leydet, juge de paix ;
Lieutaud, juge de paix ;
Marguerie, avocat ;
Marquezy, conseiller à la Cour royale ;

Nègre, avocat;
Nicolas, maître de pension;
Olivier, prêtre;
Pasquier, grand-vicaire;
Pons, journaliste;
Reynaud;
Teissier, professeur d'histoire naturelle;
Vassal, pharmacien;
Vallet-d'Artois, propriétaire.

M. Michelin, en sa qualité de trésorier, représentant le bureau de la Société, proclame membres :

MM.

Barnéoud, avocat, licencié-ès-sciences, à Toulon, présenté par MM. Coquand et Matheron;

Bernard, à Nantua, présenté par MM. Michelin et Itier;

Christophe-Colomb, propriétaire à Toulon, présenté par MM. Coquand et Doublier;

Chamousset, prêtre, professeur au grand séminaire de Chambéry, présenté par MM. Itier et Michelin;

Béraud, notaire royal à Aix, présenté par MM. Coquand et Diday;

De Saporta fils, à Aix, présenté par MM. Coquand et Diday;

Michel (Gustave), concessionnaire de mines, à Aix, présenté par MM. Coquand et Michelin.

M. Honoré Martin demande à faire de nouveau partie de la Société.

M. de Villeneuve, ingénieur des mines, absent, fait la même demande par l'organe de M. Matheron.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

De la part de M. Matheron :

1° La carte topographique lithographiée du département des Bouches-du-Rhône, en quatre feuilles à l'échelle de $\frac{1}{75000}$; Marseille, 1840;

2° *Essai sur la constitution géognostique des Bouches-du-Rhône*, 1839;

3° *Catalogue méthodique et descriptif des corps organisés fossiles des Bouches-du-Rhône;* 1re livraison.

La Société procède ensuite à la formation du bureau des séances extraordinaires; elle nomme :

Président, M. Coquand;
Vice-Président, M. Diday;
Secrétaires, MM. Matheron et Clément-Mullet.

M. Coquand, président, occupe le fauteuil.

M. de Fonscolombe, président de l'Académie d'Aix, accompagné des membres désignés par ce corps savant, est introduit dans la salle, et complimente la Société géologique.

M. Coquand, président, répond à M. le président de l'Académie et le remercie de l'accueil empressé qui est fait à la Société géologique par l'Académie d'Aix.

CORRESPONDANCE ET COMMUNICATIONS.

M. Matheron dit qu'il a reçu de M. de Villeneuve une lettre datée de Genève du 25 août, dans laquelle cet ingénieur des mines décrit les observations qu'il a faites au mont Salève et dans les environs de Servoz, en face du Mont-Blanc; la majeure partie de ces observations sont relatives à des questions qui devront naturellement se présenter à la discussion par suite de courses faites dans les environs d'Aix. Il est en conséquence décidé que lecture de cette lettre sera faite en temps plus opportun.

M. Coquand lit la partie d'un travail sur les roches ignées du département du Var, qui a trait aux mélaphyres (spilites): il attend pour les publier que les analyses chimiques auxquelles les principales variétés de ces roches pyroxéniques doivent être soumises, soient terminées. Dans un premier chapitre, il s'occupe de leur description minéralogique, en signale les principes constituants et les principes accidentels, et prouve que, malgré des divergences apparentes, elles doivent se rapporter toutes à un même type, soit que leur structure soit massive, porphyroïde, amygdalaire ou variolitique. Dans un second chapitre, il envisage leur position géognostique, et constate que leur première apparition est postérieure au porphyre rouge quarzifère de l'Esterel, et antérieure à certaines couches de grès bigarré, qui en renferment de nombreux fragments à l'état roulé. D'autres gise-

ments, au contraire, recouvrent les mêmes grès, les traversent à l'état de filons, s'y intercalent sous forme de dykes, ou débordent au-dessus. C'est à leur présence que M. Coquand attribue l'existence des filons du département du Var, et la transformation des calcaires en gypses et en dolomies. C'est au moyen de ces derniers gisements, si communs dans les Alpes de Provence et dans les Hautes-Alpes, que s'établit la liaison des mélaphyres du Dauphiné avec ceux du Var, qui représentent les émissions les plus anciennes.

Discutant ensuite leur âge par rapport aux autres terrains ignés du même département, il constate l'antériorité des serpentines qui, au quartier des Quarrades, sont traversées par des filons de mélaphyre. L'examen de la côte d'Agay à Boulouris, lui démontre aussi que le porphyre bleu quarzifère des Caux, auquel M. Coquand attribue le redressement de la chaîne de l'Esterel, est plus moderne que les mélaphyres, au milieu desquels on observe des filons nombreux de la première roche qui en empâte même des fragments (1).

La réunion des membres de la Société géologique s'occupant ensuite de l'itinéraire qu'elle suivra, un projet présenté

---

(1) Les montagnes granitiques du Plan-de-la-Tour sont traversées dans tous les sens par de nombreux filons de mélaphyre, dont l'intérieur est rempli de globules de chaux carbonatée. Ces filons varient d'épaisseur et de direction ; quelques uns ont à peine 5 ou 6 décimètres. Il n'est pas rare de rencontrer des points où ils expirent au milieu de la roche encaissante. Ces faits que je signale ici, et qui trouveront leur développement dans mon travail sur le Var, suffisent pour combattre sans réplique les arguments de M. Gras, qui voit dans les spilites, non point un produit d'épanchement, mais bien un calcaire ou une autre roche sédimentaire rendu *spilite* par l'effet d'une modification plutonique Suivant cet observateur, les globules calcaires que l'on remarque au milieu des mélaphyres, seraient simplement les portions de carbonate de chaux de la roche primitive non combinée avec les éléments amenés postérieurement. Il est naturel alors de ne point faire sortir les spilites d'une formation calcarifère ; car si, comme je l'ai dit dans le tome XII, page 314 du *Bulletin*, ceux de Villard d'Areine s'étaient fait jour à travers les schistes cristallins de l'Oisans, il aurait été difficile de trouver dans ces roches le calcaire nécessaire à la formation des globules. Dans ce Mémoire, qui avait pour objet les *Modifications éprouvées par les cal-*

à cet effet par M. Coquand est adopté, et il est décidé que les journées des 5, 6 et 7 seront employées à visiter les bords des étangs des environs de Berre, de Saint-Mitre et des Martigues.

M. Vallet-d'Artois adresse à la Société un Mémoire sur la chaleur centrale du globe dans lequel il attribue la température du sol et celle des eaux thermales à des causes locales, il demande qu'une commission soit nommée pour examiner le Mémoire et en faire un rapport (1).

M. d'Hombres-Firmas lit la note suivante sur une em-

---

caires au contact des roches ignées, mon intention était moins d'entreprendre la description détaillée d'un gisement que d'exprimer un fait général, et alors il est possible que je me sois mépris sur l'âge des *schistes-spilites* des environs de Villard-d'Arcine, qui, d'après M. Gras, appartiendraient au lias, et non à la formation des schistes cristallins. Mais l'induction que j'en ai tirée n'en reste pas moins la même, savoir : que des schistes et des calcaires, comme on le voit à la Gardette, deviennent presque des spilites au contact des spilites. Voilà les seules conclusions que j'ai voulu formuler. Quant à la présence de noyaux calcaires au milieu de la roche plutonique, je ne saurais jamais admettre qu'ils faisaient partie d'une roche primitivement calcaire : car, ainsi qu'on peut le constater dans le Var, les filons de mélaphyres amygdalaires se ramifient au milieu des granites, des porphyres rouges, et d'autres roches qui ne renferment pas un atome de calcaire. Ce qui, à mon avis, a induit M. Gras en erreur sur la véritable origine des mélaphyres, c'est leur intercallation sous forme de filons-couches au milieu des terrains stratifiés. L'Esterel offre à son tour de très beaux exemples d'une pareille intercallation dans le grès bigarré et les micaschistes, et si on ne les examinait que dans cette position, on aurait une idée très fausse de leur manière d'être. Mais l'indifférence avec laquelle ils traversent indistinctement les granites, les gneiss, les porphyres, les serpentines et les grès, soit qu'ils se logent entre les couches, soit qu'ils y existent en filons transversaux, en dykes, ou en dôme, jointe à la présence des fragments empâtés, ne peut laisser aucun doute sur leur nature plutonique et le mode de leur épanchement, et les mélaphyres du Dauphiné ne diffèrent en rien de ceux du Var. (*Note de M. Coquand.*)

(1) Il est tout à-fait contraire aux usages de la Société de nommer des commissions pour faire des rapports sur des ouvrages imprimés ou non, les approuver ou les critiquer; la Société, *comme corps*, ne rend pas d'*arrêts scientifiques*. Il n'y a dans son sein que des opinions individuelles.

(*Note de M. Angelot, secrétaire.*)

preinte de feuille de *Chamærops*, découverte par lui dans les environs d'Alais.

Il y a un siècle que l'abbé de Sauvages, en décrivant les Cévennes et les environs d'Alais, disait : « qu'à l'est de cette ville, » il y avait une suite de dix montagnes peu espacées entre elles, » puisque la dernière n'en est qu'à deux lieues; qu'elles étaient » toutes dirigées du N.-E. au S.-O.; qu'aucune n'avait au-delà » d'un quart de lieue de largeur, et qu'il y en avait de dix lieues » de longueur. Il ajoutait qu'elles différaient entre elles par les » matières qui les composaient, et qu'elles renfermaient beau- » coup de coquillages fossiles. »

Depuis que notre savant concitoyen communiquait ses observations à l'Académie royale, la géologie a fait de rapides progrès; nous pouvons expliquer aujourd'hui les formations qui sillonnent le bassin d'Alais et leur analogie avec celles des vallées environnantes, ou des autres contrées; nous pouvons fixer l'époque des dépôts qui les composent, et déterminer les corps organisés qu'ils contiennent. Nous osons l'affirmer, peu de pays offrent autant d'intérêt que le nôtre à ceux qui s'occupent de minéralogie et de paléontologie. Nous l'avons fréquemment exploré avec tous les soins dont nous sommes capable, et nous avons déjà décrit plusieurs des objets curieux que nous avons recueillis; mais c'est une mine intarissable, et ceux qui viendront après nous y feront indubitablement de nouvelles découvertes. Le hasard vient de nous en procurer une des plus importantes : c'est une feuille de Palmier chamærops, ou pour mieux dire son empreinte; nous n'en avions jamais rencontré de vestiges dans cette localité. En l'annonçant à la Société géologique de France, nous avons voulu la constater, exciter les amateurs à de nouvelles recherches et engager les ouvriers à conserver ce qui ne leur paraît pas commun dans leurs exploitations.

M. Roque, entrepreneur d'Alais, faisait tirer des pierres à sa carrière à la montée de Silhol, dans la plus rapprochée des dix chaînes dont parle l'abbé de Sauvages : elle est formée de bancs de poudingue, nommés en languedocien *amenla*, parce qu'ils sont composés de noyaux ronds ou ovoïdes, noyés dans une pâte calcaire. Entre ces bancs sont déposées des couches plus ou moins épaisses d'un calcaire tertiaire, et c'est au milieu d'une de ces dernières, d'environ 4 mètres d'épaisseur, qu'on trouva une empreinte de la grandeur et de la forme d'un éventail, qui est évidemment d'une feuille de Palmier chamærops. Ce fragment a

0m,23 de haut sur 0m,40 de large; le pétiole et les extrémités des palmes manquent; les plis, sur un même plan, rayonnent d'une manière régulière, sont droits, égaux, et ont 0m,02 de largeur aux extrémités de la pierre; les arêtes saillantes et rentrantes sont vives, et dans quelques points bien rares on remarque des traces légères d'une couche brune, restes du végétal fossilisé, qui devait exister sur l'empreinte opposée; mais celle-ci avait été brisée, nous n'avons pu en trouver le moindre morceau.

M. Dumas, qui se trouvait chez nous pendant que nous examinions ce fossile, le reconnut, et ce fut pour cet habile géologue, comme pour nous, un indice de plus de l'analogie des terrains lacustres de la Provence avec les nôtres.

Nous avions déjà trouvé des empreintes de poissons, d'insectes et de divers végétaux, à Saint-Hippolyte de Caton, pareilles à celles des environs d'Aix; plus rares seulement dans notre pays, de même que les échantillons de palmier; mais ces derniers, assez nombreux en Provence, ont les palmes aplaties, tandis qu'elles sont anguleuses dans la feuille trouvée à Alais : celle-ci appartient donc à une variété distincte, et nous proposons de la nommer *Chamærops Alesiæ* (1).

Séance du 8 *septembre* 1842.

Sept heures du soir.

M. Coquand, président, occupe le fauteuil.

Le procès-verbal de la séance du 4 septembre est lu et adopté.

M. Itier est désigné par la Société pour remplir les fonctions de secrétaire.

M. le Président proclame membres de la Société :

MM.

Aubéry, à Orange, présenté par MM. Coquand et Matheron;

---

(1) Ce fossile a été figuré par M. le baron d'Hombres-Firmas, dans la pl. VIII de ses *Mémoires et observations de phys. et d'hist. natur.*, où il le décrit sous le nom de *Chamærops Dumasiana*, p. 271.

(*Note de M. Angelot, secrétaire.*)

Raspail neveu, avocat à Avignon, présenté par MM. Requien et Renaux;

De Fonscolombe, propriétaire à Marseille, présenté par MM. Coquand et Diday.

M. Matheron présente le résumé suivant de la course faite les 5, 6 et 7 du mois.

Partie d'Aix le 5 au matin, la réunion géologique s'est dirigée d'abord vers l'O., en suivant la vallée de l'Arc. Depuis la ville jusqu'au défilé de Roque-Favour, elle a foulé constamment et sans interruption des terrains rougeâtres qui lui ont offert des alternats de puissantes couches de marnes et de poudingues polygéniques, et qui constituent une partie notable du sol de la vallée de l'Arc B. Cet ensemble de couches rougeâtres lui a paru former la base des montagnes situées au N. vers Eguilles A, pl. VI, fig. 1.

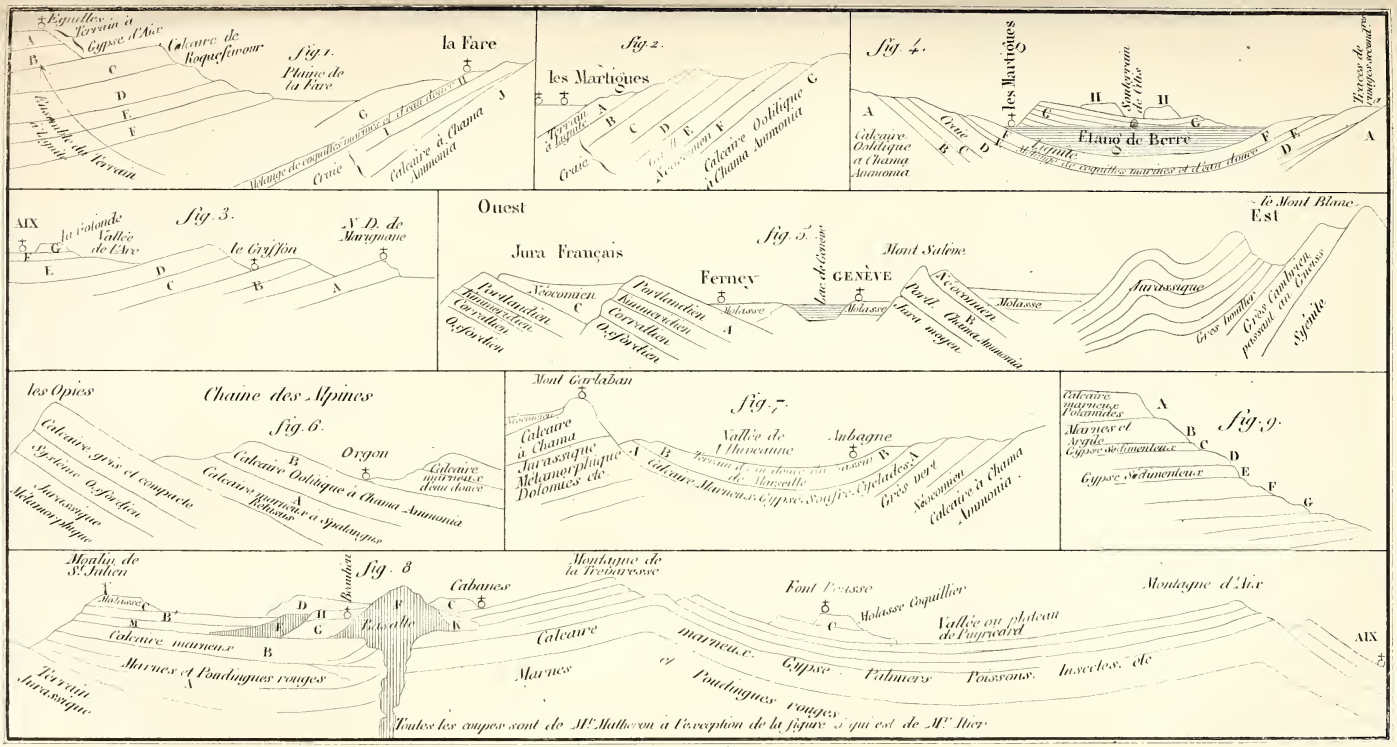
MM. Coquand et moi avons invité nos confrères à prendre bonne note de ce fait, dont une application serait indispensable dans une des courses faites aux environs d'Aix pour y étudier le terrain à gypse dont le terrain rougeâtre qui vient d'être signalé est la base.

Au défilé de Roque-Favour, remarquable par l'extrême puissance d'une assise calcaire C passant sur le terrain rougeâtre que la réunion avait traversé jusque là, nous avons remarqué que cette assise calcaire recouvrait directement et en stratification concordante une couche d'argile marneuse recouvrant elle-même des alternats de couches de calcaire marneux, de marnes grises ou rougeâtres D, et que nous avons traversées en laissant Roque-Favour derrière nous, et en nous dirigeant vers La Fare.

Le calcaire de Roque-Favour est d'un gris blanchâtre, dur, compacte. La réunion a vu avec intérêt les travaux en cours d'exécution pour un colossal aqueduc destiné à porter les eaux de la Durance qui doivent rouler dans le canal de Marseille.

En avançant vers La Fare, nous avons vu succéder à la série de couches marno-calcaires dont il vient d'être parlé ci-dessus, une autre assise calcaire E, puis au-dessous

Bull. de la Soc. Geol. de France



Tome XIII Pl. VI. Pag. 414.

Imp. par A. Lacrit Rue des Noyers N. 33.

Lith. de Simon Frère Montmartre N. 63.

BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY.

d'autres alternats de couches marneuses et calcaires F, puis enfin, tout près de La Fare, après avoir traversé la plaine, qui n'a rien présenté de remarquable, nous avons rencontré des couches d'un calcaire marneux gris ou bleuâtre G, dont la direction et l'inclinaison se rattachaient à celles des couches précédemment observées, et qui ont offert une multitude d'empreintes de coquilles lacustres, telles que Cyclades, Paludines, Mélanopsides, etc.

A La Fare même, et au N. de ce village, nous avons rencontré sous ces couches à coquilles lacustres une assise H, sorte de lumachelle ferrugineuse qui nous a offert un mélange de coquilles d'eau douce et de coquilles marines. Nous y avons reconnu des Huîtres, qui abondent, et une espèce de mélanopside positivement identique à celle que nous venions de remarquer dans les couches supérieures purement lacustres (1).

Au-dessous, et toujours en stratification concordante, nous avons reconnu des couches calcaires I, qui nous ont offert des myriades de coquilles foraminifères empâtées dans la roche avec des Radiolites et des Hippurites.

Les couches à Hippurites cessent bientôt en venant expirer et en s'amincissant contre des couches J d'un calcaire blanc, plus ou moins tendre, plus ou moins oolitique, et dont la stratification vers La Fare n'est point rigoureusement concordante, ce qui est démontré par l'amincissement des couches à Hippurites. Ce fait semble démontrer *à priori* que la réunion était là sur les bords d'un bassin.

Cette opinion n'a plus été une hypothèse lorsque, arrivés non loin et à l'O. de La Fare, en suivant le terrain à Hippurites, nous sommes parvenus à un point où le calcaire inférieur aux Hippurites nous a offert des traces évidentes d'un ancien littoral. Là, en effet, nous avons vu un calcaire inférieur aux Hippurites présenter des témoignages irrécusables d'érosion et de perforation. Une longue discussion s'est engagée, sur le

(1) J'ai signalé cette assise qui est la base de notre terrain à lignite, et qui forme selon moi le passage entre les terrains crétacés et les terrains tertiaires, en 1822, dans les *Annales des sciences et de l'industrie du midi de la France*, et dans mon *Essai sur la constitution géognostique des Bouches-du-Rhône* (1839). (*Note de M. Matheron.*)

lieu même, sur la nature et l'origine de ces perforations, qui très probablement ont été faites par des animaux marins, mais que leur peu de profondeur, leur grandeur à l'orifice, et leur forme semi-sphérique empêchent d'attribuer à des excavations faites et habitées jadis par des Pholades ou des Modioles de l'ancien monde. Le calcaire blanc inférieur aux Hippurites ne nous a offert que quelques Térébratules que l'on a retrouvées aux Martigues, et qui ont permis de s'assurer que l'on était là dans le terrain si développé en Provence, et dans lequel se trouve ce fossile si remarquable, dont on avait fait une Dicérate, et que M. Goldfuss a décrit sous le nom de *Chama ammonia*.

On a continué à avancer vers l'O., en suivant la route d'Aix à Istres, qui, là, est tracée sur la limite entre le terrain à Hippurites et le terrain à *Chama*, et on est enfin arrivé au lieu dit le Canet, où le bateau à vapeur faisant le service sur l'étang de Berre chauffait en nous attendant pour nous transporter. Ce pyroscaphe, qui avait été mis à notre disposition par l'un des membres de la Société, M. Agard, fabricant de produits chimiques à Berre, nous a transportés à l'usine qu'il dirige. La réunion a visité l'établissement et a vu opérer la préparation du sous-carbonate de soude. Elle a visité les salines. Enfin, après avoir passé une partie de la soirée avec M. Agard, qui l'a comblée de politesses, elle s'est rendue à Berre.

Le 6 au matin, le bateau à vapeur, qui avait été mouillé au S.-O. de l'usine à soude, levait l'ancre et se dirigeait vers le lieu dit le Ranquet, sorte de port situé sur le bord occidental de l'étang de Berre, emportant avec lui les membres de la Société géologique.

Durant la traversée de l'étang de Berre, nous avons fait des observations d'ensemble sur la nature géognostique du bord occidental de cet étang. Nous avons vu que toute la côte était bordée de falaises laissant voir de très nombreuses couches inclinant légèrement vers le N.-O., d'un aspect généralement rosé ou violâtre, et variant dans la nature minéralogique depuis la marne jusqu'au macigno ou poudingue polygénique et au calcaire marneux ou pisolitique. Ces

couches, que nous devions rencontrer le lendemain en allant à Aix, à travers tout le grand système à lignite du département, forment dans ce système l'étage que nous désignons sous le nom d'étage de Meyreuil, bien reconnaissable par son facies général.

Au-dessus de ces couches, nous avons aperçu çà et là des lambeaux de molasse coquillière disposés par couches à très peu près horizontales, et par conséquent discordantes de stratification avec le terrain qui les supporte.

Débarquée au port du Ranquet, la réunion géologique a traversé le souterrain de Citis, creusé dans les marnes formant la base des falaises précitées, pour le service des salines exploitées dans l'étang de Citis. Elle est arrivée au bord de cet étang, à peu près desséché, dans lequel l'eau de l'étang de Lavalduc est amenée, pour l'exploitation du sel marin, au moyen d'une pompe à feu. Cet étang est situé à $7^{m},40$ *au-dessous* du niveau de la mer.

L'étang de Citis est situé dans un bassin à peu près circulaire, dont les bords présentent à leur base les marnes et autres couches rougeâtres précitées, et dont le sommet présente çà et là le dépôt de la molasse coquillière, disposée en stratification un peu discordante. La molasse repose sur des couches de grès assez compactes, qui nous ont présenté des perforations de Pholades ou de Modioles.

Arrivés sur le bord opposé du bassin de Citis, les membres de la Société géologique ont pu juger, par un coup d'œil d'ensemble, de la constitution géognostique de la contrée. Devant eux, à l'O., sous leurs pieds, l'étang de Lavalduc, situé à $9^{m},40$ *au-dessous* du niveau de la mer, se présentait avec tout ce que ses bords offrent de pittoresque et d'accidents. Après cet étang, dans la même direction, des falaises de molasse coquillière, reposant sur le terrain rougeâtre précité, et paraissant à peine au-dessus du niveau des eaux de l'étang. Plus loin, toujours dans la même direction, un plateau très légèrement incliné, formé par la couche supérieure du dépôt de molasse coquillière, s'abaissant graduellement et insensiblement sous le grand dépôt de cailloux de la Crau;

enfin, ce dépôt de cailloux formant l'immense plaine dite la Crau, limitée au loin par l'horizon.

A gauche, l'étang d'Engrenier, presque adjacent à l'étang de Lavalduc, et situé à 8^{m},70 au-dessous du niveau de la mer, se montrait avec ses falaises à base de marne rougeâtre et à sommet de molasse coquillière.

La molasse coquillière de cette contrée a présenté des caractères bien remarquables. Vous avez pu voir que l'assise supérieure était formée par des couches puissantes d'un calcaire coquillier présentant des Huîtres, des Pernes et autres fossiles. Les Pernes abondent surtout vers la chapelle de Saint-Blaise, où elles forment presque exclusivement une couche de plusieurs mètres d'épaisseur. Au-dessous de cette assise, se présentent des couches minces renfermant des fossiles en général assez bien conservés, et qui abondent surtout sur le bord occidental de l'étang de Lavalduc; enfin, au-dessous, en contact avec les argiles et les grès rougeâtres, sont des assises de marne grise un peu micacée, renfermant des Moules intérieurs de coquilles bivalves et univalves, qui paraissent en grande partie appartenir à des espèces analogues à celles des marnes subapennines.

En continuant sa route vers la mer, pour aller de là aux Martigues, la réunion s'est arrêtée à l'usine à soude du Plan-d'Aren, située au bord de l'étang d'Engrenier. Elle a reçu les politesses empressées de M. Caudière, sous-directeur de l'établissement. Elle a visité cette importante usine, d'autant plus remarquable qu'elle a été le berceau de l'industrie des soudes factices, puisqu'elle a été fondée par Chaptal et Bertholet, qui y firent leurs premières expériences en grand.

Le trajet du Plan-d'Aren au port de Bouc n'a présenté rien de bien nouveau aux regards des membres de la Société: c'était toujours le même terrain rougeâtre recouvert par la molasse. Cependant, avant d'arriver au port de Bouc, vous avez pu voir, messieurs, la belle coupe que présentent les bords du canal de navigation d'Arles à Bouc. Vous avez vu là des couches nombreuses alternantes de marne rouge, de grès et de poudingue polygénique, plongeant vers le N. O.,

avec une inclinaison de près de 35°, et formant un ensemble de plus de 180 mètres d'épaisseur. Vous avez pu juger par là de la puissance de ces couches, que vous aviez aperçues pour la première fois dans la matinée sur les bords de l'étang de Berre.

La réunion s'est embarquée au port de Bouc pour traverser l'étang de Caronte. Dans la traversée, elle a pu juger de la nature géognostique du bord septentrional de cet étang. Tout a paru être absolument identique aux couches qu'elle avait aperçues dans la belle coupe du canal d'Arles à Bouc.

Sur le bord opposé, vous avez rencontré une nature géognostique toute différente. L'étang de Caronte, en effet, sert de ligne de démarcation entre les terrains tertiaires et secondaires. Tout le bord méridional de cet étang est formé par des couches crétacées, renfermant des multitudes d'Hippurites et de Radiolites, et autres fossiles crétacés.

En suivant le bord de cet étang, vous avez constamment foulé les mêmes couches jusqu'à Martigues, où la réunion géologique est arrivée le 6 au soir. Plusieurs des membres ont visité la collection paléontologique de M. Honoré Martin.

Le lendemain 7, la course a été dirigée d'abord au S. de Martigues, dans une direction perpendiculaire à celle des couches du terrain crétacé.

Là vous avez vu, en avançant de Martigues vers le S., la série d'assises suivantes indiquées dans la fig. 2 de la pl. VI, p. 412 :

1° A, terrain à lignite tertiaire, avec nombreux fossiles lacustres ;

2° B, série de couches à Hippurites et Radiolites ;

3° C, série de couches de calcaire plus ou moins ferrugineux, que la course faite dans le reste de la journée vous a démontré être l'analogue de la craie chloritée d'Uchaux, dans le département de Vaucluse ;

4° D, quelques couches marno-calcaires sans fossiles ;

5° E, du calcaire ferrugineux ;

6° F, quelques couches de calcaire marneux gris ou bleuâtre et de calcaire assez compacte ;

7° G, calcaire oolitique analogue au calcaire J de la fig. 1,

renfermant des *Chama ammonia* et des fossiles dont j'ai cru devoir faire le genre *Monopleura*.

Toutes ces assises sont en stratifications concordantes. Les couches 2 à 6 forment un ensemble de plus de 300 mètres d'épaisseur.

Une vive discussion s'est engagée sur les lieux mêmes à l'occasion des observations faites dans cette course. Votre rapporteur a émis l'avis que le terrain crétacé s'arrêtait en F, et que l'assise G appartenait à l'étage supérieur du terrain jurassique. La discussion a été renvoyée à une époque plus opportune.

Quoi qu'il en soit, les observations faites dans le reste de la matinée, entre les Martigues et Marignane, ont démontré que cette coupe présentait tous les éléments du terrain crétacé du midi de la France, depuis les couches à foraminifères et à Hippurites qui le terminent, jusqu'aux marnes grises ou bleuâtres qui sont inférieures au Gault.

En effet, vous avez rencontré, en suivant le bord méridional de l'étang de Berre, au-dessus des affleurements du terrain à lignite, avec ses Mélanopsides, ses Cyrènes, ses Mulettes (1) :

1° Des couches de calcaire bleuâtre renfermant une multitude de coquilles foraminifères et quelques Hippurites.

2° Des couches à Hippurites et Radiolites alternant avec des couches marno-calcaires, renfermant des Nérinées, des Polypiers.

Ces deux séries de couches correspondent à l'assise B de la fig. 2, pl. VI, p. 412.

3° Au-dessous des alternats de couches calcaires plus ou moins ferrugineuses qui vous ont offert des fossiles, la plupart identiques à ceux de la craie chloritée d'Uchaux, dans le département de Vaucluse. Ces fossiles sont notamment : *Voluta elongata*, Sow.; *Fungia semilunata*, Lam.; *Cyclolites*

---

(1) Dans un travail actuellement sous presse, et dont une partie était imprimée à cette époque, ces fossiles sont décrits par M. Matheron. Ce sont les *Melanopsis Gallo-provincialis*, *Marticensis*, *lyra* et *rugosa*; les *Cyrena globosa* et *Ferussaci* et l'*Unio Toulouzanii*. (*Note de M. Matheron.*)

discoidea, Blainv.; *Terebratula plicatilis*, Sow.; *Terebratula dimidiata*, Sow.; *Cucullœa glabra*, Sow.

Ces alternats correspondent à l'assise C de la fig. 2, pl. VI, p. 412.

4° Au-dessous des alternats nombreux de couches calcaires et marneuses, avec des couches noires renfermant des traces de lignite et de nombreux fossiles, la plupart analogues à ceux de l'étage C, mais dont une grande partie paraissent nouveaux.

C'est l'étage D qui est analogue au terrain à lignite crétacé des environs de Montdragon, dans le département de Vaucluse.

5° Des couches de calcaire très ferrugineux présentant la *Gryphœa columba*.

6° Enfin, au-dessous, par transition brusque, des marnes argileuses grises ou bleuâtres, qui présentent la plus complète analogie avec les marnes néocomiennes d'Apt et de Cassis, et qui renferment avec abondance le *Belemnites subfusiformis*.

Ces marnes, et les calcaires marneux qui s'y trouvent associés, reposent sur le calcaire à *Chama ammonia*, qui forme la partie escarpée de la chaîne de montagnes qui court dans la direction des bords des étangs de Berre et de Caronte.

Une discussion s'est élevée sur les lieux mêmes. M. Coquand et votre rapporteur vous ont annoncé que vous veniez de traverser dans tout son ensemble un système de couches qui pouvait bien varier d'un lieu à l'autre dans ses rapports d'épaisseur et de nombre de couches, mais qui était constamment le même;

Que les courses qui restaient à faire démontreraient jusqu'à l'évidence que l'assise F n'était autre chose que les marnes d'Apt et de Cassis, auxquelles M. d'Orbigny applique la dénomination de terrain néocomien supérieur;

Que l'assise E à *Gryphœa columba* se retrouvait dans le Var et à Cassis, avec des fossiles du gault;

Et que les trois autres assises D, C et B constituaient un ensemble atteignant vers Cassis des proportions vraiment colossales.

Le restant de la journée du 7 a été employé à l'étude du terrain à lignite. Cette étude a été faite en suivant la route de Martigues à Aix, où la réunion est arrivée le soir.

La direction que suit cette route a été de plus favorable à l'observation, puisqu'elle a permis de traverser successivement toutes les assises constituant cette grande formation.

Je vais rappeler, ajoute M. Matheron, les observations qui ont été faites dans cette dernière partie de la course du 7. Ces observations n'ont donné lieu à aucune discussion bien sérieuse; seulement la plupart des membres de la réunion ont cru et ont dû, cela était certes bien naturel, réserver leur opinion jusqu'à un nouvel examen des couches du grand système dont il s'agit.

Au-dessus des Hippurites et Foraminifères des bords de l'étang de Berre reposent, vous l'avez vu, des couches marneuses renfermant des traces de lignite et de nombreux fossiles lacustres. Ces couches n'affleurent, dans la vallée de Marignane, que vers les Martigues et les Pennes. Dans tout le reste de la vallée, elles sont recouvertes par les terres cultivées et par les eaux des étangs de Berre et de Marignane.

En avançant vers Aix, on ne tarde pas de rencontrer les premiers affleurements des couches qui recouvrent le lignite des Martigues et des Pennes. De là jusqu'à Aix, l'observation fait reconnaître une succession d'assises, présentées dans la fig. 3, pl. VI, p. 412. Ces assises superposées en stratification concordante, sont placées dans l'ordre suivant en partant du bas :

1° A, marnes grises ou violâtres couronnées par une assise calcaire. Système formant la chaîne de collines sur lesquelles sont bâtis la chapelle de Notre-Dame, à Marignane, et le village des Pennes.

2° B, système présentant à la base des marnes plus ou moins rougeâtres ou grises, couronnées par une assise de calcaire. Cette assise calcaire est tantôt compacte et tantôt formée de couches d'une sorte de conglomérats de rognons pisolitiques ressemblant à un poudingue.

Ces pisolites ont un diamètre variant depuis quelques centimètres jusqu'à 6 ou 8 centimètres. Cassés, ils ont présenté une série de couches concentriques, et au centre un point

qui a servi de centre d'incrustation. Quelquefois ce centre d'incrustation est une coquille, circonstance qui démontre jusqu'à l'évidence que la formation de ces pisolites doit être bien réellement attribuée à un phénomène d'incrustation.

La réunion géologique n'a point eu occasion, dans sa course rapide, de recueillir des fossiles dans cet étage; mais j'ai annoncé que c'était à cet étage qu'il fallait rapporter les fossiles suivants : *Lychnus ellipticus* et *carinatus*, *Pupa patula*, *Melania tenuicostata* , *Melanopsis armata* et *turricula*, *Unio Cuvierii*, etc.

3° C, grande assise présentant dans sa base des alternats de couches de marne d'un rouge intense, très ferrugineuse, et de poudingue polygénique surmonté par une assise calcaire.

Cette assise rouge est bien remarquable; les membres de la réunion l'ont vue au Griffon, vers Vitrolles et les Pennes. Elle se présente dans tout le bassin avec les mêmes caractères. Les courses suivantes feront foi de notre assertion.

4° D, autre grande assise, présentant à la base des poudingues et des marnes bigarrées, couronnée par les puissantes couches calcaires que la réunion a observées à Roque-Favour, et qui forment les escarpements de Vitrolles ou du Cengle.

Ces couches calcaires inclinent légèrement vers le N.-E., de manière qu'après avoir dépassé l'escarpement de Vitrolles, elles forment un plateau incliné, qu'on suit jusque vers les Milles, point où elles plongent sous d'autres couches de marne et de poudingue, qui constituent la base du terrain à gypse d'Aix, et qui avait déjà fixé l'attention des membres de la Société dans la journée du 5. Ces couches, indiquées par la lettre B dans la fig. 1, pl. VI, p. 412, sont indiquées par la lettre E dans la fig. 3, même planche.

Au-dessus, en stratification discordante, vous avez rencontré à Aix même un lambeau de molasse coquillière F, qui vous a présenté l'*Ostrea longirostris*, et immédiatement au-dessus un lambeau de terrain lacustre G, qui ne vous a offert

que des fossiles mal conservés, et paraissant appartenir à des espèces dont les analogues sont encore vivants.

Telles sont les observations qui ont été faites dans cette première course de la Société. Les observations faites aux Martigues, comparées à celles qui ont été faites aux environs de La Fare et aux environs du Plan-d'Aren, permettent d'établir rigoureusement la coupe suivante, fig. 4, pl. VI, p. 412.

Dans cette coupe, A est le calcaire oolitique à *Chama ammonia;* B, le terrain néocomien à *Belemnites subfusiformis;* C, le gault; D, la craie chloritée et le calcaire à Hippurites et Foraminifères; E, la lumachelle, servant d'intermédiaire entre la craie et le terrain à lignite tertiaire; F, la base du terrain à lignite, avec lignite et nombreux fossiles lacustres; G, les nombreuses couches de marne, de poudingue et de calcaire, observées sur les bords de l'étang de Berre et dans la traversée du canal de navigation; enfin H, la mollasse coquillière.

M. Matheron annonce qu'il rendra compte de la course faite dans la matinée après celle qui doit être faite au volcan de Beaulieu. Il renvoie pareillement à une autre séance le compte-rendu de la course faite dans l'après-midi aux carrières de Brèche, ouvertes dans les environs du Tholonet.

La discussion est ouverte sur les observations dont le résumé vient d'être présenté.

M. Michelin signale à la Société la différence qui existe, selon lui, entre les deux bords des étangs de Lavalduc et d'Engrenier. Il pense, d'après les renseignements qui lui ont été fournis sur les lieux mêmes, qu'il ne serait point impossible qu'il y eût dans cette localité deux étages, dont l'un pourrait être l'analogue des mollasses de Provence, et l'autre l'analogue du terrain de la Superga.

M. Matheron répond que si la réunion géologique avait eu le temps de passer de l'autre côté des étangs, M. Michelin aurait pu se convaincre de l'identité des deux falaises: il aurait vu dans la partie supérieure des Huîtres et des Pernes, puis au-dessous une assise renfermant, cela est vrai, des fossiles parfaitement conservés et adhérents à la roche, qui est fort dure; mais que c'est là une différence qui ne saurait indiquer une formation différente, et que d'ailleurs l'identité

des falaises est démontrée par leur réunion au N. des étangs, vers Istres.

M. Coquand fait remarquer qu'il serait peut-être à propos de renvoyer toute discussion relative à la molasse coquillière et au terrain à lignite après l'examen qui doit être fait de ces terrains dans diverses autres localités. Cette proposition est adoptée, et l'on passe à la discussion relative au terrain crétacé.

M. Itier a reconnu dans les environs des Martigues les étages crétacés qu'il a étudiés dans l'Ain. Le gault de la perte du Rhône et le grès vert du département de Vaucluse s'y trouvent parfaitement représentés. Mais il déclare ne pouvoir point partager l'opinion qui a été émise par M. Matheron sur les lieux mêmes, au sujet du terrain néocomien, et il pense qu'il est indispensable que le secrétaire formule cette opinion en séance, afin qu'on puisse la discuter à fond.

M. Matheron répond que la question dont il s'agit a été traitée par lui dans un travail qui est sous presse, et dont les quatre premières feuilles ont été déposées sur le bureau; qu'il tâchera, en conséquence, de ne point répéter tout ce qu'il a écrit à ce sujet, et qu'il va se borner à présenter le résumé de son Mémoire. Il pense d'ailleurs qu'il eût été peut-être convenable de renvoyer cette discussion après la course qui sera très probablement faite dans le département du Var, pour l'étude du terrain jurassique; mais que, comme il connaît la localité qui sera visitée, il peut, à la rigueur, en parler. Il prie seulement les personnes présentes de le croire sur parole, jusqu'au jour de la descente sur les lieux, pour quelques notions préliminaires sur les terrains jurassiques du S.-E. de la France.

Le terrain jurassique, dit-il, présente dans cette partie de la France des caractères qui sont à peu près constants. Le lias y est parfaitement caractérisé : il se montre à Digne, à Aix, et sur divers points du département du Var. Au-dessus vient l'oolite inférieur ou le lias supérieur, qui est non moins caractérisé. Cette assise du terrain jurassique existe aux environs d'Aix, au-dessus des marnes liasiques, et dans le département du Var sur une foule de points, et présente de

nombreux fossiles propres au lias supérieur ou oolite supérieur. On y remarque surtout les *Pecten paradoxus*, *textorius* et *priscus*; les *Modiola bipartita* et *plicata;* le *Spondylus velatus*, etc.

Le groupe oxfordien n'est pas moins bien caractérisé dans les départements de l'ancienne Provence. En effet, aux environs d'Aix, de Rian et de Digne, et ailleurs, ce groupe se présente avec ses fossiles caractéristiques, parmi lesquels il suffit de citer les suivants :

Belemnites hastatus, *Belemnites latisulcatus*, *Ammonites fonticola*, *Ammonites tortisulcatus*, *Ammonites Calypso*, *Terebratula impressa*, etc.

Au-dessus de ce système, ajoute M. Matheron, arrive une assise qui rappelle bien encore le terrain jurassique proprement dit : c'est l'étage qui constitue la plupart des sommets des montagnes des Basses-Alpes, et c'est celui que des géologues célèbres ont cru pouvoir rapporter au coral-rag. Il occupe, en effet, la place de cette formation, et il appartient certainement au terrain jurassique, puisqu'on trouve dans ses couches l'*Ammonites biplex*, et que d'ailleurs sa liaison avec les argiles oxfordiennes est manifeste. Depuis le lias jusqu'à cette assise, il ne saurait y avoir doute, et les membres de la réunion géologique pourront reconnaître, dans leur course dans le Var, que les faits sont tels qu'ils viennent d'être présentés.

La difficulté, dit M. Matheron, commence à partir de cette assise. Suivant lui, ce qui vient au-dessus appartient encore au terrain jurassique, qui a ainsi dans le S.-E. de la France tous les étages qu'on lui connaît ailleurs.

Ces préliminaires posés, M. Matheron s'exprime à peu près en ces termes :

La difficulté dont je viens de parler, messieurs, tient, je crois, à ce qu'on est loin de s'entendre sur la position de divers terrains qu'on rapporte, selon moi, mal à propos à une même époque, tandis qu'ils appartiennent à des horizons géognostiques bien distincts.

Pour rendre plus sensible ce que j'ai à dire sur cette importante question, je ne dois point oublier, messieurs, de

vous prier de remarquer qu'à partir de l'Oxford-clay, il n'existe rien dans le S.-E. de la France qui présente les caractères jurassiques proprement dits. Ainsi, on chercherait en vain quelque chose rappelant le coral-rag, c'est-à-dire un calcaire à Polypiers et à Échinides. On ne trouve rien qui ressemble aux argiles de Kimmeridge, rien qui soit identique au calcaire portlandien (1). A la place du coral-rag, place qu'on peut rigoureusement déduire par analogie de position géognostique, se trouve l'assise dont j'ai parlé ci-dessus; puis immédiatement après, en stratification concordante, arrivent des assises qui font le sujet de la discussion.

Or, ces assises sont les suivantes, et c'est là un fait que notre président, M. Coquand, connaît parfaitement. Je les indique dans l'ordre ascendant :

A, grand étage marno-calcaire avec des fossiles, dont quelques uns lui sont propres, et dont quelques espèces passent dans les étages supérieurs, et même dans le terrain crétacé.

B, grand étage calcaire plus ou moins oolitique : c'est le calcaire à Dicérates de M. Élie de Beaumont.

C, grand étage que je considère comme l'équivalent de la totalité du terrain néocomien, et que mes adversaires ne veulent considérer que comme un étage de ce même terrain.

J'ai dit, messieurs, qu'on était loin de s'entendre sur ces trois grandes assises. En effet, suivant M. Scipion Gras, les

---

(1) Pour appuyer sur quelque base l'analogie de la couche néocomienne à *Caprotina ammonia* avec le terrain corallien, on conçoit facilement qu'il fallait d'abord annoncer que les couches kimméridiennes et portlandiennes manquaient en Provence. C'est ce que M. Matheron s'efforce de prouver; mais malheureusement pour sa théorie il n'en est pas ainsi. J'ai, de même que M. Élie de Beaumont, parfaitement reconnu à mi-côte, en allant de Cuers à Brignolles (Var), le terrain kimméridien, caractérisé par l'*Exogyra virgula*, recouvert par le calcaire compacte néocomien. Ce fait détruit d'un seul coup toutes les considérations de M. Matheron; car s'il existe en Provence des couches kimméridienne sous le terrain néocomien, l'analogie de ce terrain néocomien avec le coral-rag ne peut plus exister, puisque le terrain kimméridien, toujours supérieur au corallien, se trouverait alors au-dessous.

(*Note de M. Alcide d'Orbigny.*)

deux étages A et B constituent le terrain néocomien. Ce savant ne fait pas mention de l'étage C qui est cependant extrêmement développé dans les Basses-Alpes, ce qui semble prouver qu'il a confondu les deux étages A et C.

A la réunion géologique tenue à Grenoble en 1840, M. Coquand a dit que, dans la Basse-Provence, l'étage marneux était remplacé par le calcaire à *Chama ammonia* B, lequel manquait dans le Var. C'est là une erreur qu'il importe de constater, et dont, j'en suis assuré, M. Coquand conviendra avec moi.

Partout les caractères sont les mêmes, et l'on ne peut dire qu'il y ait substitution d'un étage à l'autre.

M. Matheron donne ici la description de plusieurs localités. Il cite Cassis, les Alpines près d'Orgon, les environs des Lattes et d'Escargnolle dans le Var, etc., et démontre par des coupes qu'il y a identité de composition géognostique sur chacun de ces points.

Pour terminer ce qui est relatif au désaccord, M. Matheron ajoute :

Enfin, M. d'Orbigny, dans son bel ouvrage de la *Paléontologie française*, divise le terrain néocomien en trois étages. Il parle d'un étage moyen caractérisé par le *Chama ammonia*. Ces trois étages sont donc ceux que je viens de signaler, c'est-à-dire les trois groupes A, B et C.

Cela posé, voyons d'abord quel est le raisonnement de mes adversaires. En peu de mots, voici ce qu'on dit :

Le terrain néocomien est aujourd'hui bien connu. Il vient d'être étudié surtout par MM. Cornuel et Leymerie. Ces géologues ont démontré que ce terrain reposait sur le calcaire à Gryphées virgules, et qu'il était par conséquent supérieur à l'étage supérieur du terrain jurassique. Cela étant, comment admettre que les étages A et B soient les représentants de deux étages jurassiques? Ce raisonnement, je l'admets : il confirme mon opinion; il s'en faut bien que je sois décidé à le combattre, car c'est précisément parce que le terrain de MM. Leymerie et Cornuel est supérieur aux derniers étages du terrain jurassique, que je suis autorisé à conclure que ce qui

est inférieur à l'équivalent en Provence du terrain néocomien de ces savants est jurassique.

Or, l'équivalent en Provence du terrain néocomien est l'étage C; et c'est à tort, selon moi, qu'on a voulu faire respectivement des étages A et B la base et la partie moyenne de ce terrain. Cette opinion est toute spéculative, et repose sur une erreur matérielle que je dois signaler, et qu'il importe d'autant plus de combattre qu'elle est la base du système présenté par M. d'Orbigny, et qu'elle a été propagée par le bel ouvrage que ce savant publie sur les fossiles de la France.

M. d'Orbigny a rapporté à l'étage A des couches qui appartiennent à l'étage C, et il a ainsi donné au terrain néocomien de nos contrées un caractère mixte qu'il est loin de présenter. Ce que j'avance à cet égard est démontré par les citations mêmes de M. d'Orbigny (1). Ainsi, toutes les localités d'Escragnolle, des Lattes, de Gigondas, de Lioux, etc., que ce savant rapporte à ce qu'il appelle terrain néocomien inférieur, offrent cependant des couches identiques à celles de Cassis et d'Apt, que ce savant rapporte à ce qu'il appelle le terrain néocomien supérieur, lesquelles couches sont, comme les premières, supérieures au terrain à *Chama ammonia*. C'est là un fait dont M. d'Orbigny n'a probablement point eu l'occasion de constater l'existence; mais un fait qui n'est pas moins certain, et qui est démontré par l'observation directe.

Il suit de cet état de choses deux conséquences fort graves sur lesquelles je dois appeler l'attention de la réunion.

La première, c'est que la loi de distribution des fossiles par étages néocomiens est erronée, puisque les étages sont fictifs (2).

---

(1) Je ne défendrai point les indications de gisement et de niveau géologique de quelques coquilles fossiles du terrain néocomien décrites dans ma *Paléontologie française*. Ainsi qu'il est facile de le voir, à chacune de ces espèces, les indications de cette nature m'ont été transmises par les géologues provençaux, et je n'ai fait que les reproduire en indiquant les personnes dont elles émanent. Je suis loin, dès lors, de les prendre sous ma responsabilité. (*Note de M. Alcide d'Orbigny.*)

(2) Quant aux lois de distribution des fossiles, c'est tout une autre chose; ces lois, en dépit de M. Matheron, existent et existeront toujours. Si j'avais pris la Provence pour point de départ dans mes divisions de

La seconde, c'est que tout le raisonnement fait sur la position de ces étages, par rapport au terrain jurassique, porte à faux, puisque ce qu'on appelle étage inférieur néocomien, ce qu'on dit être placé sous le terrain à *Chama ammonia*, autrement dit le terrain à Dicérates de M. Élie de Beaumont, est par le fait supérieur à ce calcaire.

Cette conclusion pourra paraître extraordinaire; mais elle n'en est pas moins exacte, elle n'en est pas moins le résultat

---

terrain, les dislocations nombreuses de ces contrées pourraient me laisser quelques doutes; mais il n'en est pas ainsi. Les divisions en terrain *néocomien inférieur* et en terrain *néocomien supérieur* ou *aptien*, sont prises dans le bassin parisien. La concordance de position et l'identité des fossiles m'ont permis ensuite de les retrouver en Provence. En effet, 1° le *calcaire à Spatangues* de M. Cornuel, identique au terrain néocomien de Neuchâtel, est évidemment le même que les couches néocomiennes du ravin de Saint-Martin, de la source du Loup, etc.; et la couche à *Caprotina ammonia* d'Orgon, des Martigues, etc., n'en est qu'un accident local, propre à quelques parties du terrain néocomien du bassin méditerranéen seulement. Cette analogie est du reste assez prouvée par la présence simultanée dans cette couche, en Provence et en Angleterre, de la *Caprotina Lonsdalii*, dont M. Matheron a cru devoir changer le nom en l'appelant *Requienia carinata*. 2° Les *argiles à Plicatules* de M. Cornuel, dont j'ai fait mon terrain *néocomien supérieur*, et plus tard le *terrain aptien*, sont sans aucun doute représentées, en Provence, par les marnes de Gargas, près d'Apt, etc.

Si M. Matheron, au lieu de borner ses observations à la Provence, avait pu étudier comparativement la géologie de toute la France; s'il avait fait une étude plus approfondie des fossiles propres aux différents terrains, il se fût convaincu de l'identité parfaite de superposition et de faune des terrains néocomiens de Provence avec ceux du Jura, des départements de l'Aube, de l'Yonne, de la Haute-Marne et de la Meuse. Que M. Matheron veuille bien, en effet, ajouter aux coquilles fossiles qu'il a indiquées dans la couche à *Caprotina ammonia*, les *Trigonia Lajoyei*, le *Pecten quinquecostatus*, etc., etc., qu'il se garde bien de citer en Provence; et au lieu d'en faire du *terrain corallien*, ce qui est contraire à tous les faits, il retrouvera, comme je l'ai dit, dans cette couche, l'une des assises du terrain néocomien correspondante au calcaire à Spatangues du bassin parisien. Dans tous les cas, il est fâcheux pour la science que M. Matheron, dans le seul but de soutenir une erreur matérielle, imprimée par lui depuis quelques années, veuille persister à faire des terrains jurassiques *coralliens* ou *portlandiens*, des terrains néocomiens les mieux caractérisés et reconnus comme tels par tous les géologues.

(*Note de M. Alcide d'Orbigny.*)

de l'observation directe, et si elle est en contradiction manifeste avec les indications de M. d'Orbigny, cela tient à coup sûr à ce que ce savant n'a point pu voir toutes les localités dont il parle, et qu'il est venu en Provence à une époque où les idées sur le terrain néocomien étaient tellement exagérées, que quelques géologues allaient jusqu'à nier qu'il existât des étages jurassiques dans cette partie de la France, et que les indications qui lui ont été fournies sur les gisements qu'il n'a pu visiter se sont ressenties de l'influence de ces idées.

M. Matheron ajoute qu'une autre circonstance qui a pu faire rapporter à l'étage A des fossiles qui appartiennent par le fait à l'étage C, c'est qu'il existe dans le premier de ces deux étages quelques espèces fossiles qui persistent dans les étages supérieurs. Au nombre de ces espèces fossiles se trouve le *Spatangus retusus;* et, comme MM. Cornuel et Leymerie parlent d'un calcaire à Spatangues, on a cru probablement toucher l'analogue géognostique de ce calcaire, parce qu'on y a vu des Spatangues appartenant à l'espèce signalée par ces savants.

M. Matheron lit, à l'appui de son opinion, un passage de la lettre que lui a écrite M. de Villeneuve, et dont il a été question dans la précédente séance. Il résulte des observations faites par cet ingénieur, que le mont Salève, près de Genève, présente une coupe à peu près identique à celle de nos environs.

C'est ainsi qu'au-dessus du calcaire à *Chama ammonia*, qui constitue une partie de cette montagne, M. de Villeneuve a reconnu le terrain néocomien ressemblant presque en tous points à celui qu'on observe aux environs de Cassis, avec cette différence pourtant que l'épaisseur totale de ce terrain est d'environ 100 mètres au Salève, tandis qu'aux environs de Cassis cette épaisseur va jusqu'à 250 mètres.

D'après M. de Villeneuve, la coupe du Salève, au Mont-Blanc, présente les dispositions indiquées dans la fig. 5, pl. VI, p. 412.

M. de Villeneuve dit dans sa lettre : « La ressemblance de la partie A avec la partie B se montre non seulement dans les parties semi-cristallines, mais encore dans les parties un

peu terreuses, et qui prennent l'état oolitique le plus caractérisé. Tous les géologues et les paléontologistes de Genève qui ont pu comparer le Salève et le Jura type, ont reconnu et adopté l'identité de ces deux chaînes rapprochées A et B. »

Plus loin, le même ingénieur dit : « Mais ce qui signale le Salève d'une manière toute particulière, c'est que ses caractères minéralogiques sont intermédiaires entre ceux du Jura de la Bourgogne et du Jura provençal. En effet, il se rapproche par sa puissance et par plusieurs fossiles du Jura de l'Isère, des Bouches-du-Rhône et du Var. La puissance de l'étage portlandien va jusqu'à 150 mètres au Salève, tandis que dans la Provence elle atteint 250 mètres, et dans le Jura proprement dit, cette puissance est de 48 mètres seulement d'après M. Thirria.

» On voit donc, ajoute M. de Villeneuve, que si l'on considère le Jura ordinaire comme engendré dans une mer peu profonde, comme un sédiment littoral, le Salève sera le produit d'une mer déjà assez profonde, tandis que le Jura provençal et dauphinois le serait de sédiments de hautes mers. »

M. Matheron fait remarquer combien cette opinion explique les différences qu'on observe entre les terrains jurassiques de la Provence avec ceux de l'E. de la France. Il est évident, par exemple, que la formation corallienne a pu être presque exclusivement composée de coraux et de polypiers dans une mer peu profonde; tandis qu'en Provence, dans une mer très profonde, les polypes n'ont pu concourir par leur sécrétion calcaire à la formation de cet étage, lequel, par cette raison, présente des caractères physiques et paléontologiques si opposés à ceux du coral-rag type.

M. Matheron continue la lecture de la lettre de M. de Villeneuve.

« Aussi rencontre-t-on dans le Salève des fossiles qui appartiennent aux deux systèmes. Le *Chama ammonia*, caractéristique de notre Portland, est très fréquent dans le Salève; en plusieurs points, on en rencontre de nombreuses coupes. Ainsi, sur le petit Salève, derrière Morneu, aux fours à chaux du Monastier et sous la croupe du grand Salève, sous les bancs à *Terebratula difformis*, coquille carac-

téristique du Portland soleurois, on voit des masses de *Chama ammonia*. On en voit aussi aux carrières oolitiques du Monastier. »

Suivant M. de Villeneuve, l'observation du Salève démontre de la manière la plus péremptoire que le *Chama ammonia* peut devenir caractéristique du Jura portlandien, et même du Jura moyen, et résout à elle seule tous les doutes qu'on a élevés sur la classification que lui et M. Matheron ont adoptée pour la position du calcaire à *Chama ammonia*. Elle démontre invinciblement, dit M. de Villeneuve, que la paléontologie est bien d'accord avec la superposition, quand nous reportons ce calcaire dans le système jurassique.

M. de Villeneuve termine ainsi la partie de sa lettre relative au terrain jurassique.

« En résumant ce qui précède, on voit que les calcaires à *Chama ammonia* de la Provence présentent, sous le rapport minéralogique et sous le rapport paléontologique, des caractères identiques à certaines parties du Jura français et suisse; que les caractères du dépôt néocomien des environs de Genève offrent la plus grande analogie avec ceux du terrain de la Bedoule, à Roquefort, près de Cassis, dans les Bouches-du-Rhône; qu'ainsi, le terrain néocomien étant *nettement* séparé des calcaires à *Chama ammonia*, il est impossible de confondre deux dépôts séparés à la base par de grandes masses marneuses présentant tous les signes d'une dislocation des parties solides, ou d'un grand mouvement dans la mer.

» Toutes les anomalies et les apparences diverses que présente le Jura dans la Bourgogne, le Dauphiné et la Provence, nous avaient conduit à diviser cette formation en plusieurs types dont les caractères différents dérivaient de la profondeur des eaux et de leur état plus ou moins vaseux; circonstances qui avaient entraîné dans leurs débris organiques des différences très notables. En d'autres termes, que les *variations minéralogiques* d'une formation sont *toujours* accompagnées de variations correspondantes dans les débris organiques. Cette idée, exposée dans notre *Statistique minéralogique du Var*, expédiée le 5 août courant à M. le directeur général

des mines, est parfaitement en harmonie avec les observations que M. Gressly a publiées sur le Jura soleurois (*Mémoires de la Société helvétique de Neufchâtel*, années 1838-1841). Ce principe s'applique non seulement aux formations jurassiques, mais il se fait sentir déjà dans les muschelkalks, les grès bigarrés vosgien, rouge, et autres dépôts antérieurs; il se manifeste plus fortement encore dans les terrains crétacés et tertiaires, à mesure que l'influence des continents et des climats est plus prononcée.

» Ainsi, dans chaque contrée un peu étendue, les grands phénomènes géologiques ont pu se manifester d'une manière différente, mais toujours ils ont dû se montrer par quelques produits. il y a eu *unité* dans les causes, et *variété* dans leur résultat. »

Après cette lecture, M. Matheron exprime le regret qu'il éprouve de ne point être soutenu dans la discussion par la parole de M. de Villeneuve, qui n'a pu se rendre au congrès. Il reprend la discussion au point où elle avait été laissée, et y rattache les observations faites par ce dernier au mont Salève.

Il est évident, dit-il, que si l'on admet, comme je le fais moi-même, que le calcaire B du mont Salève est identique avec notre calcaire à *Chama ammonia* (J de la fig. 1, ou G de la fig. 2, ou A de la fig. 4, pl. VI, p. 412), et c'est là une identité qui résulte de l'observation directe et continue, depuis Marseille jusqu'à Genève; si l'on admet avec moi que le terrain néocomien D que M. de Villeneuve a observé au Salève est identiquement le même que celui qu'on observe dans le département de l'Ain, le même qui a été décrit par MM. Cornuel et Leymerie, le même que vous pourrez avoir occasion de voir dans quelques jours à Cassis, le même enfin que la plupart d'entre vous ont pu étudier dans le Var et dans les Basses-Alpes, ne paraîtra-t-il pas évident que le calcaire à *Chama ammonia*, *toujours inférieur* à ce terrain néocomien, est dans nos contrées l'équivalent des calcaires portlandiens? Cela ne paraîtra-t-il pas évident, alors surtout que d'autres que nous admettent l'analogie du Salève avec le Portland français, et qu'il n'y a rien, absolument rien, en Provence et

dans le Dauphiné, qui, étant inférieur au calcaire à *Chama ammonia*, présente de l'analogie avec le Portland.

Dans l'hypothèse défendue par mes adversaires, il faudrait admettre que rien ne représente en Provence les étages kimméridien et portlandien; et en effet, à l'exception de M. de Villeneuve et de moi, tous les géologues qui ont écrit sur les formations géognostiques de la Provence ont passé sous silence ces deux formations, et sont arrivés du coral-rag au dépôt néocomien. Or, je le répète, il en a été ainsi parce que, trompés par quelques caractères paléontologiques dont on a fait une application par trop générale, ces géologues ont confondu deux formations éminemment distinctes, dont l'une est inférieure au calcaire à *Chama ammonia*, et l'autre lui est supérieure. Or, on a signalé dans les couches inférieures des centaines d'espèces fossiles, tandis qu'en réalité, ces espèces fossiles ont été recueillies dans un terrain supérieur au calcaire à *Chama ammonia*. On les a recueillis dans ce que j'appelle terrain néocomien, et non dans ce qu'on a appelé ainsi, et dans ce que j'appelle étage kimméridien. On voudra bien admettre avec moi que s'il en était ainsi, que si réellement cette erreur a été commise, et qu'il y ait par conséquent confusion réelle dans les indications de gisement, on voudra bien m'accorder que les raisonnements qu'on a faits pour combattre mon opinion perdent de leur valeur, je dis plus, tournent à l'avantage de mon système.

Ainsi, par exemple, on a dit sur les lieux à Martigues, et ce sont nos savants confrères MM. Itier et Coquand qui ont surtout insisté sur cette objection ; on a dit : Comment admettre que le terrain à *Chama ammonia* est jurassique, alors que le terrain néocomien est posé en stratification discordante sur le terrain jurassique? Comment l'admettre ! mais c'est là précisément un argument qui m'est tout favorable. En effet, le terrain néocomien dont on parle est-il ce que j'appelle par ce nom, c'est-à-dire est-il supérieur au calcaire à *Chama ammonia*, ou bien lui est-il inférieur ? Voilà toute la question. Eh bien ! je réponds : Lorsque vous dites qu'il est inférieur à ce calcaire, vous tombez dans une erreur, et dans une erreur qui est matérielle, puisqu'il suffit de voir les loca-

lités que vous signalez vous-mêmes pour être convaincu que le terrain néocomien de Provence a des caractères qui sont identiques, et que ce que vous appelez ainsi, soit que vous le considériez comme l'étage supérieur, soit que vous l'appeliez étage inférieur, est cependant toujours supérieur au calcaire à *Chama ammonia*. Dès lors, puisque, de votre propre aveu, il y a quelquefois discordance de stratification, n'est-il pas évident que cette discordance tend à appuyer le système qui détache le calcaire à *Chama ammonia* du terrain néocomien, et qui le restitue au terrain jurassique, avec lequel il est toujours placé en stratification concordante!

Il y a plus, c'est que le passage entre le terrain jurassique proprement dit bien caractérisé et le calcaire à Chama, se fait d'une manière presque insensible, et sans qu'il soit possible de déterminer où commence ce qu'on veut conserver au terrain jurassique et ce qu'on veut appeler terrain néocomien; tandis qu'il n'y a jamais passage entre le calcaire à Chama et le terrain néocomien, et que souvent ce terrain néocomien manque, et qu'il manque là où la formation crétacée manque, et qu'au contraire il existe toujours là où cette formation se montre.

La fig. 6, pl. VI, p. 412, présente la coupe des Alpines, près d'Orgon. On y voit la succession des couches qui constituent la formation jurassique telle que je l'entends, et l'on remarque que le terrain néocomien manque au-dessus du calcaire à *Chama ammonia*, lequel est directement recouvert en stratification à peu près concordante par le terrain tertiaire. Et qu'on ne dise pas que c'est là une circonstance de localité, résultant d'une dénudation du terrain néocomien, car on ne retrouve pas sur tous les versants et dans toutes les vallées de la chaîne des Alpines un seul vestige de ce terrain néocomien.

Si l'on jette un coup d'œil sur les localités des Lattes, de Cassis, d'Escragnolle, etc., on verra au contraire qu'il y a liaison intime entre le terrain néocomien et le gault, et que cette liaison est telle, qu'on peut à la rigueur considérer cette formation néocomienne comme le résultat d'un dépôt servant de prélude au grand dépôt crétacé.

On parle de discordance, de stratification ! Je viens de démontrer que cette discordance tend à l'avantage du système que je dois défendre ; mais ce qu'on ne dit point, c'est qu'il y a véritablement discordance de stratification entre le calcaire à *Chama ammonia* et le terrain crétacé. Or, cela existe pourtant ; et il y a deux jours, à La Fare, la réunion géologique a pu voir le terrain crétacé qui vient expirer en s'amincissant contre le calcaire à *Chama ammonia*, circonstance qui semble de plus démontrer qu'à l'époque du dépôt crétacé quelques dislocations avaient déjà eu lieu dans le calcaire à *Chama ammonia*, opinion que semble d'ailleurs démontrer ce fait non contestable, que la chaîne des Alpines, formée en grande partie de ce calcaire, n'a point été recouverte par le dépôt crétacé.

Il faut le répéter, toute la difficulté roule sur une assimilation erronée de deux terrains qu'on veut absolument réunir et qui sont tout-à-fait dissemblables, et sur la création imaginaire d'un étage néocomien inférieur fait avec une même assise, qu'on attribue suivant les lieux tantôt à l'étage inférieur, tantôt à l'étage supérieur, tandis qu'en fait cet étage est unique, et se trouve constamment placé au-dessus du calcaire à *Chama ammonia*. Enfin, cela tient aussi à ce qu'on fait une application absolue des caractères paléontologiques, qu'une foule de faits démontrent qu'il faut respecter sans doute, mais auxquels il ne faut pas sacrifier des convictions acquises par l'observation directe.

Or, l'identité des couches dont on a fait gratuitement deux étages du terrain néocomien est évidente. C'est là un fait que je voudrais pouvoir vous démontrer par l'observation sur les lieux mêmes, et que je suis obligé de faire ressortir par des coupes et par l'indication des fossiles. Ces coupes montrent qu'il y a identité absolue dans l'ordre des couches, et quant aux fossiles, la ressemblance est encore plus frappante. Ainsi, dans toutes les localités, on retrouve un certain nombre d'espèces identiques. Partout, par exemple, on trouve le *Nautilus neocomiensis*, le *Belemnites subfusiformis*, le *Spatangus retusus*, etc. Chaque localité, il est vrai, a bien quelques espèces qui lui sont propres ; mais le nombre de

ces espèces est peu considérable, et ne paraît grand que parce que des espèces appartenant évidemment à une même couche, à une même localité, ont été attribuées tantôt à l'étage supérieur, tantôt à l'étage inférieur.

Ainsi, par exemple, en suivant à la lettre le système présenté par M. d'Orbigny, les espèces suivantes appartiendraient exclusivement au terrain néocomien inférieur. Ces espèces sont :

Belemnites subfusiformis, *Nautilus neocomiensis*, *Ammonites Astierianus*, *clypeiformis*, *Ancyloceras simplex;* tandis que le *Nautilus Requienianus*, l'*Ammonites consobrinus*, l'*Ammonites Matheronianus*, l'*Ammonites nisus*, les *Ancyloceras Matheronianus* et *Renauxianus*, et autres, appartiendraient à l'étage supérieur.

Eh bien ! le *Belemnites subfusiformis* est, à Apt et à Cassis, mêlé avec l'*Ammonites nisus*. L'*Ancyloceras simplex* vient de Cassis, où il était associé dans une même couche avec ses congénères, signalés comme appartenant à l'étage supérieur. Le *Nautilus neocomiensis* a été recueilli par moi dans presque toutes les localités. Enfin, cette distinction est purement illusoire, fictive ; ce qui doit être, puisque les deux étages sont imaginaires.

Faut-il ensuite démontrer la complète analogie qui existe entre notre terrain néocomien et celui qui a été décrit par MM. Cornuel et Leymerie ? Cette démonstration résulte des termes mêmes suivant lesquels ces savants donnent les caractères du terrain qu'ils décrivent. De part et d'autre, ce sont des caractères à peu près identiques ; ce sont des fossiles qui se retrouvent presque partout, tels que l'*Ostrea carinata*, le *Pecten striatocostatus*, la *Pholadomya Langii*, le *Pteroceras pelagi*, le *Nautilus Requienianus*, l'*Ammonites Leopoldinus*, etc., fossiles qui existent dans notre terrain néocomien, et dont la plupart ont été recueillis au mont Salève par M. de Villeneuve.

Il y a donc un ensemble de faits bien frappants. Ce terrain néocomien, auquel on a été tenté un moment de tout sacrifier, a donc des caractères bien connus aujourd'hui, et celui que l'on a étudié en Champagne, celui qui existe dans l'Ain,

celui de Genève, de Neufchâtel, sont bien identiques à ce terrain qui existe en Provence, et qui est intercalé entre le Gault et le calcaire à *Chama ammonia*. Or, cela étant, n'est-il pas évident que ce calcaire représente l'étage supérieur des terrains jurassiques?

Il est vrai, on peut faire une autre objection, et dire que si ce calcaire appartient au terrain jurassique, comment se fait-il qu'il existe au-dessous de lui une assise dans laquelle, de notre propre aveu, on rencontre des fossiles dont quelques espèces appartiennent au terrain crétacé?

Cette objection peut paraître sérieuse au premier abord, et paraîtra certainement telle à ceux qui ont foi dans la valeur absolue des caractères paléontologiques; mais ceux qui admettent avec moi, et qui l'admettent, non par système, mais par les résultats de l'observation directe, qu'il existe des espèces fossiles qui passent d'un étage à l'autre, d'un même terrain ou d'un terrain à l'autre, ne trouveront pas plus extraordinaire de voir passer le *Pecten quinquecostatus* du calcaire à *Chama ammonia* jusqu'à la craie à Hippurites, qu'ils ne refusent de croire que le *Plagiostoma striata* passe du grès bigaré au muschelkalk.

Le fait de la présence de ces fossiles, assez rares d'ailleurs, associés à des fossiles propres à notre étage jurassique supérieur, et l'absence dans cet étage de fossiles jurassiques proprement dits, semblent démontrer qu'à partir de l'époque du dépôt corallien, il a existé entre le bassin jurassique du S.-E. de la France et de la Suisse et le bassin jurassique type, des différences qui ont tenu, soit de la séparation des deux bassins, soit de la nature et de la profondeur des mers, soit enfin de l'influence des causes qui, pour n'être point connues dans leur essence, ne doivent point être révoquées en doute quant à leur existence. Or, si l'on remarque que dans le Jura le terrain néocomien est disposé en stratification toujours discordante avec le terrain jurassique, tandis qu'en Provence cette discordance est une exception, ne pourrait-on pas admettre que les soulèvements qui ont donné le relief au jura type, antérieurement au dépôt néocomien, ont exercé une grande influence sur l'organisation animale de l'époque

jurassique, qui ne s'est point reproduite dans les mers néocomiennes, tandis qu'en Provence il y a eu continuation d'un même ordre de faits, au point qu'à part quelques discordances exceptionnelles, on voit toutes les couches jurassiques et crétacées déposées dans un ordre parfaitement parallèle?

Au surplus, les objections que je viens de signaler sont plutôt spéculatives que véritablement sérieuses. Elles offrent des caractères négatifs qui tendent, il est vrai, à leur donner une certaine consistance, mais qui, précisément parce qu'ils sont négatifs, ne sauraient être admis sans réserve. En d'autres termes, l'opinion que je soutiens, ou plutôt les faits que je signale, sont contraires à la théorie par laquelle on veut qu'il y ait séparation brusque entre une formation et une autre; par laquelle on ne veut point admettre que certains fossiles puissent passer d'un étage d'un terrain à l'autre étage, et par laquelle enfin il faudrait admettre que chaque système de couches auquel l'homme a été obligé de donner un nom correspond à une époque organique distincte. Eh bien! je le répète, tout cela est vrai en termes généraux; mais ce serait à mes yeux une grave erreur d'attacher à cette théorie une valeur absolue, car des faits nombreux viennent démontrer que les exceptions à ces prétendues lois absolues ne sont point rares, et que le nombre de ces exceptions va toujours croissant, à mesure que les observations géognostiques se multiplient.

Quoi qu'il en soit, je dois le dire, je n'attache à cette discussion d'autre importance que celle que présentent les faits qui s'y rattachent. A la rigueur, que l'on rattache les deux terrains dont j'ai parlé au terrain crétacé inférieur ou au terrain jurassique supérieur, peu m'importe; mais ce qu'il me paraît important d'établir, c'est que les assimilations qui ont été faites entre les terrains de diverses localités sont erronées, et que, par contraire, les différences qu'on a cru trouver entre d'autres terrains sont purement illusoires. Voilà le fond de la question, voilà ce que j'ai voulu démontrer, voilà ce que vous reconnaîtrez avec moi, car ce sont là, non des points de doctrine, mais bien des faits patents.

Ces faits établis, reconnus, la discussion théorique pourra venir plus tard, et plus tard, je l'espère, le système que j'ai présenté cessera d'être repoussé.

En résumé, j'ai voulu démontrer :

1° Que le terrain inférieur au calcaire à *Chama ammonia*, ou soit au calcaire à dicérates de M. Elie de Beaumont, n'était nullement celui dans lequel M. d'Orbigny signale les nombreux fossiles qu'il a décrits dans sa *Paléontologie française*, et qu'il rapporte à ce qu'il appelle son terrain néocomien inférieur ;

2° Que les couches néocomiennes que ce savant signale dans divers points des Basses-Alpes, du Var et de Vaucluse, comme appartenant à son terrain néocomien inférieur, constituent un tout *toujours* supérieur au calcaire à *Chama*, et par conséquent un tout parallèle au système de couches que le même auteur signale dans d'autres localites comme appartenant à son terrain néocomien supérieur;

3° Que, par conséquent, c'est mal à propos qu'on a confondu des couches supérieures au calcaire à *Chama ammonia*, avec le terrain marno-calcaire inférieur à ce calcaire, lequel renferme fort peu de fossiles appartenant à des espèces dont la majeure partie ne se retrouve plus dans le terrain crétacé;

4° Que par conséquent aussi, les deux étages néocomiens inférieur et supérieur de M. d'Orbigny sont identiquement les mêmes, puisque dans toutes les localités signalées par ce savant, le calcaire à *Chama* est inférieur aux couches renfermant les fossiles signalés et décrits par lui;

5° Que conséquemment le calcaire à *Chama* ne forme point la partie moyenne du terrain néocomien de M. d'Orbigny ;

6° Enfin, et en termes généraux, qu'il existe en Provence, au-dessus de ce que tout le monde reconnaît pour appartenir au terrain jurassique, trois formations bien distinctes.

La plus inférieure, que je rapporte aux argiles kimmeridgiennes, est ce que M. Scipion Gras appelle terrain néocomien inférieur.

Cet étage, que j'ai ci-dessus appelé A, n'est pas plus, suivant moi, l'équivalent du terrain néocomien inférieur de M. d'Or-

bigny, qu'il n'est l'équivalent du terrain néocomien type, décrit par MM. Thirria, Cornuel et Leymerie.

Que c'est un terrain qu'on rencontre là seulement où le terrain jurassique proprement dit ne se présente point avec l'intégralité de tous ses caractères.

Que ce terrain renferme, il est vrai, quelques fossiles, entre autres le *Spatangus retusus*, qui est commun dans le terrain néocomien; mais que ce même *Spatangus retusus* est aussi très commun dans le terrain néocomien tel que je l'entends, c'est-à-dire dans un terrain qui est bien évidemment supérieur à celui dont il s'agit ici.

L'étage qui vient au-dessus, celui que j'ai signalé par la lettre B, celui dont M. Gras fait la partie supérieure du terrain néocomien, est toujours inférieur aux couches néocomiennes signalées par M. d'Orbigny. Cet étage, caractérisé par des fossiles qui lui sont propres, tels que le *Chama ammonia* et différentes espèces d'un genre particulier que j'ai appelé *Monopleura*, est, selon moi, l'équivalent du calcaire portlandien. Il n'a rien de commun avec le terrain suivant, dont il est toujours nettement séparé, et dont il est souvent indépendant.

Enfin, le terrain qui vient après, l'assise C, est, selon moi, l'équivalent du terrain néocomien décrit par MM. Thirria, Cornuel et Leymerie. C'est le terrain que M. d'Orbigny appelle, suivant les lieux, néocomien inférieur et néocomien supérieur. C'est le terrain qui renferme les *Belemnites dilatatus*, *subfusiformis*, etc.; les *Crioceras*, les *Ancyloceras*, les *Toxoceras*, et les Ammonites décrits dans la *Paléontologie française*, et signalés comme appartenant tantôt à un étage qui serait inférieur au calcaire à *Chama*, et tantôt à un étage qui serait supérieur à ce même calcaire.

Voilà, messieurs, les faits sur lesquels j'ai dû appeler votre attention, et sur lesquels il est convenable que la discussion soit pleine et entière.

M. Coquand demande la permission de répondre le premier à M. Matheron. Dans ce que vient de nous exposer M. Matheron, il est, dit-il, deux ordres d'idées qu'il faut distinguer. Il s'agit tout d'abord d'une question de faits;

vient ensuite la question théorique. Sous le premier point de vue, il est incontestable que l'ordre de superposition des terrains qui motivent cette discussion est rigoureusement tel que vient de vous l'exposer notre secrétaire.

J'ai, il est vrai, dit, dans une circonstance, que les caractères du terrain néocomien de Provence n'étaient point constants, et que, dans la Basse-Provence, l'étage marneux néocomien des Basses-Alpes était remplacé par le calcaire à Chama. Depuis, la question des terrains néocomiens ayant mieux été étudiée, et des observations nouvelles ayant été faites par moi, j'ai dû reconnaître que mon opinion à cet égard était erronée.

J'admets donc, comme M. Matheron, que dans toute la Provence les caractères sont les mêmes, et je partage en tous points l'opinion de mon ami sur la distinction erronée faite par M. d'Orbigny entre des terrains qui, parce qu'ils se présentent dans différentes localités, n'en appartiennent pas moins à un même étage supérieur, au *Chama ammonia*.

Il y a donc une rectification à faire pour rétablir à leur véritable place les trois étages dont a parlé M. Matheron. Cette rectification, il l'a indiquée, et je me range à son opinion.

Mais si j'admets ces faits de superposition, je suis loin de pouvoir admettre que les deux premiers étages A et B représentent les deux étages supérieurs des terrains jurassiques. Les caractères paléontologiques s'opposent, selon moi, à une telle assimilation. Je crois, comme M. Matheron, qu'il ne faut point attacher à ces caractères une valeur trop absolue, et j'admets, comme lui, qu'en leur donnant cette valeur, on peut tomber dans de grandes erreurs; mais cette opinion ne saurait détruire en moi la conviction qu'il faut cependant attacher une grande importance aux caractères tirés de la présence ou de l'absence de tels ou tels corps organisés fossiles. Or, de l'aveu même de M. Matheron, on trouve, dans les deux étages A et B, des fossiles essentiellement crétacés; tels sont le *Spatangus retusus*, le *Pecten quinquecostatus*, et quelques autres. On ne trouve dans ces étages aucun fossile purement jurassique. On ne peut donc conclure qu'ils

représentent très positivement les étages kimmeridgien et portlandien. Tout concourt, au contraire, pour démontrer qu'ils appartiennent au terrain néocomien, dont ils forment les deux étages inférieurs.

Il est vrai que, d'autre part, il est démontré par l'observation qu'il n'existe point en Provence, au-dessus de l'oxford-clay, des étages présentant les caractères minéralogiques et paléontologiques des étages du coral-rag, des argiles de Kimmeridge et du Portlandstone; mais rien ne prouve que la grande assise calcaire, qui est supérieure à l'oxford-clay, ne soit pas le véritable équivalent de ces trois étages.

Je ne puis donc admettre le rapprochement qui est fait par M. Matheron.

J'ai dit que je partageais l'opinion de ce géologue, touchant la valeur trop absolue que certains paléontologistes accordent aux caractères tirés de la présence de tels ou tels fossiles. J'admets, en effet, qu'il est certaines espèces qui peuvent passer d'un étage à l'autre d'un même terrain, et qu'en considérant comme caractéristique d'une assise telle ou telle autre espèce, on court le risque de faire des assimilations qui ne sauraient être justifiées par les caractères géognostiques. Ainsi, par exemple, M. d'Orbigny rapporte à la craie chloritée le terrain ferrugineux de Cassis, parce qu'il y trouve des fossiles, tels que le *Turrilites costatus* et l'*Avellana Cassis*. Or, il est incontestable que ce terrain est l'équivalent du Gault. Cette assimilation résulte non seulement des caractères de superposition, mais encore de caractères paléontologiques; on trouve en effet à Cassis, mêlés aux fossiles considérés comme appartenant à la craie chloritée, des espèces telles que les *Ammonites Mayorianus*, *latidorsatus* et *Velledæ*, qui sont signalées comme caractéristiques du Gault.

A l'appui de cette opinion, qui admet le passage de certaines espèces d'un étage à l'autre, je répéterai ce qu'a dit M Matheron au sujet du *Spatangus retusus* (1), de l'*Ammonites Astierianus* et de l'*Ammonites cryptoceras*, qu'on trouve au-dessous et au-dessus du calcaire à *Chama ammonia*, et je rap-

(1) « Je crois que M. Matheron m'a fait parler contrairement à ce que

pellerai que j'ai vu dans la collection de M. Martin, aux Martigues, des échantillons de *Chama ammonia* recueillis dans des couches à Hippurites, appartenant de toute évidence aux couches supérieures du terrain crétacé du bassin provençal; mais ce sont là des exceptions qu'on rencontre en considérant les divers étages d'un même terrain, mais qui ne paraissent point exister en considérant un terrain par rapport à un autre. Je ne puis donc admettre le passage des espèces jurassiques dans le terrain crétacé, et n'admets donc point le rapprochement que voudrait établir M. Matheron.

M. Michelin combat l'opinion émise par M. Matheron; il n'admet point même la plupart des exceptions dont parle M. Coquand; il dit que le rapprochement établi par le secrétaire tend à bouleverser les idées admises sur la valeur des caractères paléontologiques; qu'au surplus la question lui paraît jugée; qu'il résulte, en effet, des travaux de MM. Cornuel et Leymerie que le terrain néocomien est supérieur aux dernières assises jurassiques, et que par conséquent les deux étages dont parle M. Matheron, étages qui offrent des caractères qui permettent de les rapporter au terrain néocomien, ne sauraient être les équivalents des argiles du Kimmeridge et du calcaire portlandien.

M. l'abbé Chamousset n'admet point non plus le rapprochement fait par M. Matheron. Il signale à l'appui de son opinion les observations qu'il a faites dans les environs de Chambéry et à Aix en Savoie. Là, le terrain néocomien est en stratification discordante avec le terrain jurassique, et pré-

---

» je pense sur les terrains néocomiens en général, dont, conformément » à votre opinion, je pense, je divise ainsi les étages :

» Étage inférieur, à *Belemnites* plates.

» Étage moyen, à *Chama*.

» Étage supérieur, — argiles d'Apt, Bedoule.

» Je n'adopte nullement ses deux terrains à *Spatangus retusus*. M Ma» theron tombe ici dans une erreur de fait très grave. Dans l'hypothèse » où son procès-verbal, que je ne connais pas, m'attribuerait une opi» nion pareille, je vous prie de la rectifier officiellement. » (*Lettre de M. Coquand à M. Alc. d'Orbigny, président de la Société, datée d'Aix le* 15 *juillet* 1843.)

sente les caractères qui sont signalés par MM. Thirria, Cornuel et Leymerie.

M. Itier a la parole pour combattre l'opinion de M. Matheron. Il est, dit-il, deux ordres de faits s'appuyant, l'un sur l'observation directe, l'autre sur les principes philosophiques de la science, qui, seuls et séparément, suffiraient pour démontrer que la manière de voir de M. Matheron est inadmissible. Et d'abord je rappellerai que j'ai consigné, comme rapporteur de la course géologique dans le département du Var, pendant les journées des 10, 11 et 12 septembre (1), deux faits qui ne laissent à mes yeux aucun doute sur l'indépendance des formations jurassique et néocomienne en Provence ; je veux parler 1° du calcaire néocomien formant les collines situées au S. du château de Mont-Vert (Var): il repose immédiatement sur le muschelkalk ; 2° de la coupe du terrain de Rougier à Mazaugues, de laquelle il résulte que le système crétacé, composé à sa base du néocomien, et plus haut de divers étages du grès vert, repose indifféremment sur le muschelkalk, les marnes irisées, le lias, ainsi que sur les étages inférieurs et moyens jurassiques qui constituent l'escarpement de la montagne de Mazaugues, contre lequel le terrain crétacé est venu buter. Il est impossible de ne pas reconnaître que ce dernier s'est déposé après une dislocation profonde et générale des formations antérieures, et qu'il n'y ait dès lors, en Provence, comme dans l'E. de la France, identité de relations entre le jurassique et le néocomien.

En second lieu, il existe dans la chaîne du Jura, entre la partie supérieure du deuxième étage jurassique et le néocomien inférieur, un système de couches de 250 mètres environ d'épaisseur, qui représente, sans aucun doute, à sa base, le kimmeridge-clay, et dans ses bancs supérieurs, le portland-stone; c'est sur ces diverses couches que, le plus ordinairement, le néocomien repose en stratification discordante dans

(1) M. Matheron ayant transposé l'ordre de la discussion, et intercalé dans la séance du 8 ce qu'il n'a dit que dans celle du 17, ma réponse mentionne des faits qui portent une date postérieure à celle sous laquelle ils figurent ici. (*Note de M. Itier.*)

les vallées longitudinales dont il a exhaussé le fond par des dépôts successifs (fig. 5, pl. VI, p. 412). Comment, d'après cela, le néocomien remplacerait-il en Provence l'étage supérieur jurassique, tandis que, dans le Jura, ces deux formations existeraient si distinctement au contact l'une de l'autre?

Les arguments empruntés à la paléontologie pour séparer les formations jurassique et néocomienne, ne sont pas moins concluants que ceux fournis par la superposition; en effet, il est à remarquer qu'il n'y a que des rapports fort éloignés entre les fossiles des terrains jurassique et néocomien, aussi bien en Provence que dans l'E. de la France; et quelque faible que soit la confiance que M. Matheron paraisse ajouter aux caractères paléontologiques, il ne saurait se refuser à convenir de l'existence de lois d'ensemble qui ont régi la nature organique, et qui, sans applications parfaitement sûres et générales pour la distinction de chaque couche considérée isolément, peuvent néanmoins s'adapter à la réunion d'un certain nombre, de manière à offrir un moyen sûr de les grouper.

L'erreur dans laquelle est tombé M. Matheron résulte, à mes yeux, de la difficulté que ce géologue a rencontrée à saisir les caractères distinctifs de l'étage supérieur jurassique, en Provence, sous le double rapport minéralogique et zoologique. Il est de fait que, dans cette contrée, l'étage supérieur jurassique paraît être peu développé, et qu'il est dénué de fossiles; mais, en ce qui concerne son développement, il est, après tout, en rapport avec celui des autres membres de la série jurassique dont l'ensemble en Provence ne paraît pas avoir au-delà de 200 mètres de puissance, tandis que dans l'E. de la France, cette même formation atteint de 1100 à 1200 mètres. Quant aux fossiles, ils sont fort rares dans l'étage supérieur jurassique de certaines localités de l'E. de la France, et cette circonstance n'a pas peu contribué aux difficultés que j'éprouvai pour débrouiller le chaos que me présenta, dans le département de l'Ain, le terrain jurassique, lorsque j'en commençai l'étude.

M. Matheron répond aux diverses objections qui viennent d'être faites :

J'ai eu le tort de ne pas bien me faire comprendre, et celui de commencer trop tôt cette discussion. On a repoussé mon opinion par des considérations que je croyais avoir combattues d'avance, et l'on a imaginé, qu'on me passe l'expression, mon peu de foi dans les caractères paléontologiques.

Je n'ai point dit, et je me garderai bien de dire, que la nature organique n'a pas été régie par des lois d'ensemble en harmonie avec les circonstances qui ont présidé à la formation des dépôts géognostiques. Ce que j'ai dit, c'est que les paléontologistes, et M. d'Orbigny particulièrement, donnaient à leurs travaux une tendance que je considérais comme funeste, par cela seul qu'elle donnait à des faits des caractères absolus que l'observation directe m'obligeait de révoquer en doute. Ce que j'ai dit, c'est qu'il était incontestable que certaines espèces passaient d'un étage à un autre étage, en d'autres termes, qu'une même espèce occupait quelquefois dans la série géognostique une hauteur verticale plus ou moins considérable. Or, mes adversaires, MM. Coquand et Itier, admettent cela avec moi, en tant qu'il s'agit d'une même formation; moi, j'admets le passage d'une formation à l'autre : voilà la distance qui nous sépare. Eh bien! quoi qu'on en dise, cette distance n'est point incommensurable. Elle tient à ce que mes adversaires accordent à ce mot formation un sens absolu que mes convictions, déduites par l'analyse de ce qui existe aujourd'hui par rapport aux terrains tertiaires, m'empêchent d'adopter.

J'en demande pardon à M. d'Orbigny, que je voudrais voir ici présent pour répondre à mes attaques, toutes dictées par l'amour de la science, si je reviens encore sur quelques faits relatifs à ses publications. Je n'insisterais point autant, si la *Paléontologie française* était une de ces productions éphémères qui tombent dans l'oubli au moment même de leur naissance; mais c'est précisément parce qu'il s'agit d'un ouvrage classique destiné à juste titre à faire autorité, qu'il est du devoir de tous les géologues de combattre ce qui,

dans cet ouvrage, paraît contraire à la vérité. Eh bien! selon moi, la classification des espèces par étages que présente cet important ouvrage est trop absolue. Voilà le fond de ma pensée, et la plupart d'entre vous, messieurs, s'associent à cette pensée, puisqu'ils admettent avec moi des passages que n'admet point M. d'Orbigny. Pour rendre, s'il est possible, encore plus clair le fond de ma pensée, je citerai un fait. En décrivant la *Nerinea gigantea*, M. d'Orbigny dit (*Paléontologie française*, p. 77, t. II) qu'il a été tenté de réunir à cette espèce la *Nerinea grandis* de M. Woltz; que les caractères sont en effet les mêmes, mais que *la localité seule, indiquée comme le terrain portlandien*, l'a empêché de faire cette réunion, sur laquelle il lui serait resté des doutes.

Eh bien! voilà ce que j'appelle une tendance funeste. Quoi! deux coquilles offrent les mêmes caractères; on les confondrait dans une même espèce si elles appartenaient à une même formation; et parce qu'il n'en est point ainsi, on les sépare! N'est-ce pas là, je le demande, faire coïncider, arranger, torturer un fait pour le faire entrer dans une théorie? De deux choses l'une : ou bien les deux coquilles appartiennent à la même espèce, et alors il faut les réunir, bien qu'elles appartiennent à deux formations différentes, ou bien elles diffèrent véritablement, et alors il faut les séparer précisément à cause de ces différences, mais non à cause de la position géognostique des couches qui les recèlent.

M. Itier vient de vous dire que les derniers étages jurassiques existaient en Provence, et qu'ils y avaient des dimensions qui étaient en rapport avec le restant de la même formation. Je n'admets nullement la dimension de 150 mètres qu'il signale. Aux environs d'Auriol, par exemple, le terrain jurassique a plus de 600 mètres d'épaisseur.

Toutes les autres objections qui sont faites reposent sur des faits de différence de stratification. Ainsi M. Chamousset vous a dit qu'en Savoie le terrain néocomien était posé sur le terrain jurassique, avec lequel il était en stratification discordante. M. Itier a présenté les mêmes faits, en ce qui touche le département de l'Ain. Or, je vous prie, messieurs, de bien

considérer que je n'ai point dit que le terrain néocomien occupait, en Provence, la place des deux étages supérieurs jurassiques. Dans une autre circonstance (1), j'ai dit, il est vrai, que ce terrain ne paraissait point exister dans les Bouches-du-Rhône. Depuis, j'ai acquis la conviction que le terrain marneux de Cassis, que je rapportais au grès vert inférieur en 1839, était le terrain néocomien. Je suis donc loin de vouloir distraire ce terrain de la grande formation crétacée avec laquelle, cela est de toute évidence, il a la plus grande analogie, et dont il forme la base. Mais ce que j'ai dit, c'est qu'une grande partie de ce qu'on a appelé terrain néocomien n'était point l'équivalent du terrain néocomien type, et que ce terrain néocomien type avait son équivalent en Provence, dans les beaux dépôts de fossiles de la Bedoule, près de Cassis; de Gargas, près d'Apt; des Lattes, d'Escragnolle, de Caille et de Griolières, dans les Basses-Alpes; de Senez, Lions, dans les Basses-Alpes, et de Gigondas, dans Vaucluse. Or, ces dépôts sont supérieurs au calcaire à *Chama ammonia*, de la même manière que le terrain néocomien de Vassy, de l'Aube et de l'Ain, est supérieur aux couches portlandiennes. Dès lors, qu'y a-t-il de si extraordinaire, de si paradoxal dans ce que je soutiens?

Tout, dans cette discussion, messieurs, roule donc sur ce fait que j'ai avancé, et qui paraît être révoqué en doute, à savoir, que le terrain inférieur au calcaire à *Chama ammonia* n'est point le terrain néocomien; que le calcaire à Spatangues qu'il renferme n'est point l'équivalent du calcaire à Spatangues signalé par MM. Cornuel et Leymerie. Voilà toute la question pour les faits. Quant à la théorie, la question est plus ardue, car il s'agit d'admettre que des couches qui renferment quelques fossiles crétacés appartiennent à la formation jurassique.

Mais, je l'ai dit, la discussion des faits doit précéder la discussion purement théorique. Or, un fait est acquis. M. Coquand admet l'ordre de superposition que j'ai signalé. Cet ordre, vous l'admettrez vous-même lorsque vous aurez exploré

---

(1) *Essai sur la constitution géognostique des Bouches-du-Rhône*, 1839.

Les coupes figures 1 et 2 sont de Mr. Ithier; les autres de Mr. Malheron.

Montagne de Ste Victoire

Calcaire Jurassique

Direction Est 15° Nord

Vallée de St Antonin

Formation de talus se terminant en coin vers le centre du bassin ou du moins vers le point le plus profond

Epaisseur des Couches

40 mètres — 40 — 30 — 28,5 / 395 mètres

Montagne du Cengle

Marnes rouges inférieures au Gypse.

Calcaire lacustre de Rognefin pour Arbois Vitrole etc.

Marnes rouges argileuses et Calcaire de Vitrole

Fig. 1.

Vallée de l'Arc

Brèches et Poudingues

Calcaire lacustre

Marnes rouges

Brèches du Tholonet

Marnes rouges

Brèches du Tholonet

Meyrémit

Fabrique de Soude de Menut

Fauveau

Greasque

Auberge de la Pomme

Direction Est 15° Nord

Brèches et Poudingues du Tholonet

Passage des Marnes rouges au terrain à Lignite, composé de Marnes, de Calcaire bitumineux et de Brèches pisolithiques

Calcaire marneux gris et jaunâtre avec Atésites (Alcyons d'eau douce)?

Marnes jaunes contenant la 1re couche de Lignite de 1 mètre d'épaisseur exploitée

Concession Castellane Calcaire bleu compacte à Lignite identique à celui de Gardanne du Tiels des Paines et des Martigues. Unios, Cyclades, Potonides, Scalaires; l'inclinaison des couches au puits du Cerisier est de 9° j.

1° de la couche de Lignite de Fauveau a celle du puits du Cerisier N°1 qui 160m a un mètre de puissance — 65 — 60

2° de la couche du puits du Cerisier N°1 a la grande Meye couche de Lignite de 2 mètres de puissance — inexploitables

3° terrain lacustre renfermant plusieurs couches de Lignite appelées Ravolles

Melanopsis

Grès vert à hippurites et Milliolithes formant la partie supérieure de la Craie en Provence

Direction Est 15° Nord

Vallée correspondant au soulèvement des Alpes de l'Autriche

Fig. 5.

Cap Canaille

Mer.

Fig. 2.

Calcaire supérieur Jurassique 35m C

Calcaire à chaille correspn au Corallien F

Marnes oxfordiennes bleues E

Etage inférieur Jurassique D, passant insensiblement au Lias sup.

Lias (30m) C

Marnes irisées 12m B

Muschelkalk A

Grès vert à hippurites I

H

Bauxite

Fer pisolitique

Calcaire à Chama Ammonia K

Vieux Rougier

Dolomie

Rougier

Muschelkalk

Grès Bigarré

Fer oxidulé Octaédrique

Basalte de Rougier

Fig. 4

la Bedoule

C

B

A

G Gault

F Terrain Néocomien supérieur

E Terres Néocomiennes

D Terres Néocomiennes

Fig. 3.

Craie

Néocomien

Calcaire à Chama Ammonia Spatangus

Montagne de la Ste Beaume

Corallien ?

le Plan d'Aups

Grès vert Néocomien

Oxfordien

Vallée de Roussargue

Terrain à Lignite

Grès vert

Calcaire à Chama

Oxfordien

? Cargneules

Lambeau tertiaire de Bassan

Vallée de l'Huveaune à Auriol

Gypse

Cargneules

Muschelkalk

Terrain à Lignite

Craie à hippurites

Calcaire à Chama

Oxfordien

Craie

Gravé par Ch. Amiel Rue des Nayers N° 33.

Lith. de Simon Rue Montmartre N° 63

BRITISH MUSEUM
G D
NATURAL HISTORY.

quelques points de la Provence, que mon ami M. Coquand vous proposera de visiter. Aujourd'hui, la discussion ne pourrait se prolonger avec avantage pour la solution de la question, et c'est pour ce motif que j'ai eu l'honneur de vous dire que j'avais eu le tort d'engager trop tôt cette question.

M. le Président pense qu'en raison des considérations que vient de signaler M. Matheron, comme aussi en raison de l'importance de la question et de l'heure avancée, il est convenable de renvoyer la discussion à la séance qui suivra la course que la réunion doit faire dans le Var. Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

M. Doublier présente à la réunion des ossements de Saurien, recueillis par M. Pannescorse et lui dans un terrain tertiaire des environs de Fox, d'Amphoux et d'Aups, dans le Var.

M. Doublier annonce qu'il va s'occuper de la détermination de ces ossements, qui ont appartenu à un Saurien gigantesque. Il donne quelques renseignements verbaux sur le gisement de ces os fossiles, qui paraissent appartenir à l'étage marneux de la partie supérieure du terrain à lignite. (C, fig. 3, pl. VII, p. 449.)

Sur la proposition de M. le Président, la réunion arrête ainsi qu'il suit l'ordre des courses et des séances :

Samedi 9 septembre, course au terrain basaltique de Beaulieu. Le soir, à sept heures, séance publique.

Dimanche 10, lundi 11 et mardi 12, course dans le Var, par Fuveau, Auriol et le volcan de Rougier.

Mercredi 13, course aux environs d'Aix pour l'étude de la molasse coquillière.

Le 13 au soir, séance publique.

Les 14 et 15, course à Apt. Le 15 au soir, séance publique à Apt.

Les 16 et 17, course à Cassis.

Le 17 au soir, séance publique à Aix.

Séance du 9 *septembre* 1842.

M. Coquand, président, occupe le fauteuil.

Le procès-verbal de la séance du 8 septembre est lu et adopté.

DONS FAITS A LA SOCIÉTÉ.

La Société reçoit :

De la part de M. Eug. Raspail, ses *Observations sur un nouveau genre de Saurien fossile, le* Neustosaurus gigondarum, *avec quelques notes géologiques sur les montagnes de Gigondas.* In-8°, 56 pages, 1 pl., Carpentras, 1842.

De la part de M. Matheron, 1° ses *Essais sur la constitution géognostique du département des Bouches-du-Rhône.* In-8°, 134 pages, Marseille, 1839.

2° Sa *Carte topographique et administrative du département des Bouches-du-Rhône.* 4 feuilles grand-aigle, dressée par ordre et aux frais du département, sous l'administration de M. A. de Lacoste, conseiller d'Etat, préfet. Marseille, 1840.

De la part de M. V. Bernard, sa *Notice géologique sur le terrain de transport et les puits artésiens en Bresse.* In-8°, 24 pages, Bourg, 1842.

De la part de M. Bouchard-Chantereaux, sa *Note sur le genre Productus.* In-8°, 4 pages, 1 pl., Paris, 1842.

De la part de M. Coquand, sa *Thèse pour la licence.* In-4°, 34 pages, Digne, 1842.

De la part de M. H. Michelin, la 5e livraison de son *Iconographie zoophytologique.* Paris, P. Bertrand, 1842.

De la part de M. l'abbé Chamousset, 1° son travail sur l'*Élévation de Chambéry au-dessus du niveau de la mer.* In-8°, 63 pages, Chambéry, 1842.

2° Ses *Observations sur la quantité de pluie tombée a Chambéry depuis le commencement de* 1839 *jusqu'au mois d'août* 1842. In-8°, 12 pages, Chambéry, 1842.

3° Sa brochure intitulée : *Des brises périodiques dans les vallées des Alpes.* In-8°, 23 pages.

De la part de MM. Billiet et Gravier, leur travail sur l'*Hypsométrie du diocèse de Maurienne.* In-8°, 7 pages.

M. de Galiffet écrit pour annoncer qu'il vient de faire dé-

poser, dans un lieu qu'il désigne, des échantillons de la brèche qu'il exploite au Tholonet ; il met ces échantillons à la disposition de la Société géologique de France.

M. Matheron a la parole pour rendre compte des courses faites pendant les journées du 8 et du 9. Il s'exprime à peu près en ces termes :

J'ai à vous rendre compte des observations faites dans deux courses exécutées hier aux environs d'Aix, et dans l'intéressante visite que nous avons faite aujourd'hui au terrain basaltique de Beaulieu.

La course de la matinée d'hier a eu pour but de vous faire connaître la constitution géognostique du terrain à gypse des environs d'Aix. Vous avez examiné avec attention toute la série des couches qui constituent ce terrain, et des visites faites dans les carrières souterraines de gypse vous ont permis de reconnaître à la fois le gisement de ce sel en exploitation, et celui des poissons et insectes fossiles qui rendent le dépôt d'Aix si remarquable.

Cette course se lie essentiellement à celle que vous avez faite aujourd'hui à Beaulieu. Aujourd'hui, en effet, vous avez presque constamment traversé le grand dépôt à gypse ; hier vous avez jugé de sa composition géognostique, aujourd'hui vous avez pu, des hauteurs de Cabanes, juger de l'étendue considérable du bassin dans lequel il a été déposé ; mais les observations que vous avez faites se rapportant toujours au même terrain, et les discussions qui ont eu lieu pendant les courses ayant eu pour résultat de ramener à une opinion commune tous les membres de la réunion géologique, vous pensez sans doute comme moi, messieurs, qu'il convient de tracer l'histoire du terrain d'après l'ordre géognostique plutôt que d'après l'ordre suivant lequel vous avez fait les observations.

La course que vous avez faite au terrain basaltique de Beaulieu laissera en vous de profonds souvenirs. Il serait difficile, en effet, de trouver une contrée qui permît de déterminer l'âge relatif d'un terrain igné, d'une manière plus péremptoire. Cette course laissera en vous de profonds souvenirs, à cause aussi de l'unanimité avec laquelle les ques-

tions ont été résolues. Voici en définitive ce que vous avez observé, et les conséquences que vous avez déduites de vos observations.

Sous le rapport géognostique, le terrain à gypse dont il est question peut se diviser en deux étages principaux et bien distincts. L'étage inférieur est composé d'une série de couches, affectant en général la couleur rougeâtre, et dont la composition minéralogique varie depuis la marne jusqu'au grès et au poudingue polygénique.

Ce premier étage, dont la puissance est colossale, ainsi que vous avez pu en juger par l'observation, soit en allant d'Aix vers Roquefavour (B, pl. VI, fig. 1, p. 412), soit hier en allant à Beaulieu, au N.-O. de la ville d'Aix, soit enfin aux environs de Beaulieu (A, même planche, fig. 8), est formé par les premiers dépôts qui eurent lieu dans le grand bassin d'eau douce qui existait là où est aujourd'hui la ville d'Aix, après la formation du grand dépôt à lignite de la vallée de l'Arc. Ce fait est incontestable. Vous avez vu vous-mêmes, à Roquefavour, la superposition de ce premier étage du terrain à gypse sur le calcaire (C, fig. 1, pl. VI, p. 412) qui couronne la grande formation à lignite. M. Coquand et moi vous avons signalé une foule d'autres lieux où cette superposition n'est pas moins évidente. Ainsi voilà donc un premier fait acquis : c'est que le terrain à gypse d'Aix est postérieur au grand dépôt à lignite.

Le second étage diffère essentiellement du premier par sa constitution minéralogique : ce sont des alternats de couches la plupart fort minces d'argile marneuse, de calcaire marneux schistoïde, de calcaire marneux plus ou moins dur, de minces couches de silex pyromaque et de gypse qui est compacte, ou qui se trouve disséminé en cristaux lenticulaires dans une gangue argilo-calcaire.

Tout cet étage se distingue facilement du premier par la couleur généralement blanchâtre qu'affectent toutes les couches. Il est remarquable par l'abondance de ses fossiles, qui appartiennent aux deux règnes, végétal et animal, et qui offrent des espèces appartenant à des genres extrêmement nombreux.

Avant de parler de ces fossiles, occupons-nous de la constitution géognostique de cet étage.

C'est dans la base, ou vers la base, qu'existent les deux grandes couches du gypse exploitable et exploité. Les deux couches exploitées que vous avez observées dans la carrière que vous avez visitée sont distantes l'une de l'autre d'une hauteur verticale de 8 mètres. La couche inférieure (E, fig. 9, pl. VI, p. 412) a environ 2 mètres de puissance; l'autre, C, a $1^{m},50$.

Ces couches de gypse sont séparées par de nombreuses couches D de calcaire schistoïde et de marne.

Au-dessous de la couche E sont des alternats de couches calcaires et marneuses, puis, sur les bords du bassin tertiaire, ainsi que vous avez pu le remarquer à la rampe de Saint-Eutrope, sur la route de Grenoble, tout près de la ville d'Aix, et à la rampe d'Avignon sur la route de Paris, de couches G de Brèche calcaire ou de poudingue à gros fragments, lesquelles reposent sur les dernières couches de l'étage inférieur du terrain à gypse, avec lequel elles établissent une fusion intime entre les deux étages du terrain qui nous occupe.

La partie B est occupée par des alternats de calcaire marneux et de marne. Enfin la partie supérieure A est formée de couches de calcaire alternant souvent avec de minces couches de silex; celles-ci sont remarquables par les myriades de paludines silicifiées qu'elles présentent, et celles-là ne le sont pas moins, à cause de l'immense quantité d'empreintes de Cérites à canal court, ou sorte de potamides. Le tout ensemble a une puissance de 90 mètres environ.

Passons maintenant à l'examen des fossiles.

Les fossiles sont extrêmement abondants, et sont distribués d'après un ordre qui, pour n'être pas absolument exclusif, n'en est pas moins bien remarquable.

Dans la partie A, la partie supérieure, on remarque des myriades de Potamides, de Paludines, de Cyclades, de Néritines, de Planorbes et de Lymnées. Les Hélices et les Cyclostomes y sont rares.

C'est à cet étage qu'appartiennent ces jolies coquilles silicifiées que vous avez recueillies au pied méridional de la montagne de la Trévaresse.

Il n'est pas rare de trouver des Néritines qui ont conservé leur couleur, et dont les opercules sont entièrement conservés.

Cet étage est remarquable aussi par la quantité innombrable de Cypris faba qu'on voit dans certaines couches.

Dans la partie B, les fossiles sont rares.

Mais au-dessus et au-dessous des deux couches de gypse exploité, dans les couches qui forment le toit et le mur de la galerie où le gypse est en exploitation, il existe des fossiles bien autrement intéressants.

Ce sont des poissons du genre Cyprinus, qui sont extrêmement abondants, et qui varient pour la taille depuis la longueur de quelques centimètres jusqu'à celle de 1 mètre; ils appartiennent à diverses espèces, et l'inspection des échantillons démontre qu'ils sont morts d'une manière violente et presque instantanée.

Avec ces poissons se trouvent associés des Insectes et des Arachnides; les coquilles sont excessivement rares, les empreintes végétales sont abondantes.

Tous les ordres des insectes y sont représentés. Vous avez vu le magnifique échantillon de lépidoptère qui vous a été présenté par M. le président de l'académie d'Aix, M. de Fonscolombe. Vous avez vu en outre, dans la belle collection de M. Coquand, des Diptères, des Hémiptères, des Hymenoptères, des Coléoptères, des Névroptères, et des Orthoptères, appartenant à différents genres, souvent difficiles à déterminer, mais se rapprochant très certainement des genres *Aranea*, *Harpalus*, *Melolontha*, *Bruchus*, *Meleus*, *Cleonis*, *Callidium*, *Cassida*, *Mantis*, *Sputrum*, *Locusta*, *Forficula*, *Libellula*.

Les fossiles végétaux offrent de belles empreintes du *Palmacites Lamanonis*, de fruits de Conifères, de feuilles de plantes dycotilédones, etc.

Enfin, il n'est point rare de trouver des empreintes de

plumes d'oiseaux et des coprolites de poissons dans lesquels on distingue encore des arêtes non digérées.

Telle est, messieurs, la disposition suivant laquelle sont placés les groupes de couches formant l'étage supérieur du terrain à gypse et les fossiles que présentent ces couches.

Voyons maintenant quel est le terrain qui recouvre cet étage; essayons par conséquent de déterminer sa position géognostique.

Or, cette question, qui n'en était pas une pour M. Coquand et pour moi, a été de suite résolue par vous, par l'observation faite sur trois points, savoir :

1° A la rampe de Saint-Eutrope, près d'Aix.

2° Au pied méridional de la Trévaresse, près le moulin de Ganay.

3° A Beaulieu, dans les environs du terrain basaltique.

Sur ces trois points, vous avez vu les dernières couches du terrain à gypse recouvertes par la molasse coquillière bien caractérisée. Vous avez vu la molasse posée en stratification discordante sur ces dernières couches et sur un point, au pied de la Trévaresse; un autre caractère patent, des perforations faites dans le calcaire lacustre par des Pholades, des Modioles et des Pétricoles, dont on retrouve encore les moules ou les empreintes, vous ont démontré que tout l'ensemble du terrain à gypse était indépendant de la molasse coquillière, puisque le dépôt de celle-ci avait eu lieu postérieurement au dépôt lacustre et après que les couches de ce dernier dépôt eurent subi une dislocation.

C'est là un autre fait acquis, et qui démontre que l'opinion qui rattache le gypse dont il est question à la molasse coquillière avec laquelle il se trouve lié, opinion que nous avons toujours combattue M. Coquand et moi, ne saurait être plus longtemps défendue.

Le terrain qui nous occupe est extrêmement important à étudier. Il peut en effet nous servir comme un excellent horizon géognostique. C'est pour cela que vous me permettrez d'abandonner pour un instant le rôle de rapporteur pour

vous signaler quelques faits qui se rattachent à la question qui nous occupe.

Vous avez vu, des hauteurs de Beaulieu, des groupes de collines que M. Coquand et moi vous avons fait remarquer sur la rive droite de la Durance, et vous avez cru sans peine, tant la chose est évidente *à priori*, que ces collines appartenaient au système à gypse d'Aix dénudé et emporté dans l'espace occupé aujourd'hui par la vallée de la Durance.

Or, en suivant cette continuation du terrain d'Aix dans le département de Vaucluse, et vous la suivrez dans une des courses qui vous restent à faire, vous arriverez à la démonstration matérielle de la continuité du bassin d'Aix dans le département de Vaucluse, jusqu'à Apt, à Vaucluse, etc.

Nous vous ferons voir, dans les environs d'Apt, des couches se rapportant au terrain qui nous occupe, renfermant des ossements fossiles appartenant principalement aux genres *Paléotherium* et *Anoplotherium*, dont il existe au moins trois espèces à en juger par les magnifiques échantillons de dents qu'il n'est point rare d'y rencontrer.

Ce fait, messieurs, est autrement important; car si, à la présence de ces restes de mammifères, vous ajoutez les caractères tirés de la position géognostique du terrain à gypse d'Aix, vous entreverrez que l'opinion émise par M. Coquand et par moi sur l'identité entre notre terrain à gypse et celui de Paris n'est point trop hasardée.

Cela dit, je reviens à mon compte-rendu.

Je viens de dire qu'antérieurement au dépôt de la molasse marine, le terrain à gypse a été disloqué. Ce fait est démontré par la discordance de stratification dont j'ai parlé il y a un instant. Voyons comment s'est effectuée cette dislocation.

Il est évident d'abord qu'il y a eu plusieurs dislocations. En effet, la discordance de stratification précitée démontre au moins une première dislocation antérieure au dépôt de la molasse; mais le soulèvement de la molasse elle-même, et la forte inclinaison que ses couches offrent sur quelques points, démontrent bien évidemment une seconde dislocation postérieure au dépôt marin.

C'est cette dislocation seule qu'il nous a été permis de reconnaître et d'apprécier.

Elle s'est effectuée par deux lignes de pentes anti-clinales courant à l'O. 25° N. Elle a donné le relief actuel aux deux chaînes d'Eguilles et de la Trévaresse, au N. et au S. desquelles les couches ont conservé une position presque horizontale. Les soulèvements ont eu lieu de telle sorte, que le versant N. des chaînes présente une pente très faible, tandis que le versant opposé offre des couches fortement inclinées (fig. 8, pl. VI, p. 412).

Ce fait incontestable que le soulèvement des chaînes de la Trévaresse et d'Eguilles est postérieur au dépôt de la molasse coquillière, est d'une extrême importance; car de sa comparaison avec les rapports qui existent entre le terrain basaltique de Beaulieu et le terrain à gypse d'Aix, vous avez conclu que le basalte dont je viens de parler était antérieur au dernier soulèvement des chaînes précitées.

C'est ici le moment de rappeler à votre souvenir les belles observations faites à Beaulieu.

Beaulieu, vous le savez, est une belle propriété située sur le versant N. de la chaîne de la Trévaresse. En arrivant du côté d'Aix, lorsque vous avez atteint le point culminant de la Trévaresse, près de la maison de campagne dite Cabanes, vous avez vu se développer devant vous et au-dessous de vous un mamelon noirâtre entouré de terres noirâtres, et formant un tout d'autant plus remarquable, qu'il est entouré de terres et de roches blanches ou blanchâtres. C'est là le terrain basaltique de Beaulieu, terrain peu étendu puisqu'il a à peine deux kilomètres dans le sens de sa plus grande longueur, terrain qui n'offre rien de comparable aux féeries de la chaussée des Géants et de la grotte de Fingal, mais terrain qui vous a offert la solution d'une belle question géognostique.

Vous avez consacré une journée entière à l'étude de ce petit recoin du globe; vous en avez fait le tour, vous l'avez traversé suivant son grand et son petit axe, et, tout en examinant les roches qui s'y montrent, les accidents de terrain

qu'il présente, vous n'avez pas manqué de jeter en passant un coup d'œil sur le hameau de Tournefort, qui fut le berceau du célèbre botaniste de ce nom.

Je ne finirais pas si je vous présentais toutes les observations détaillées que vous avez faites. Je me borne à les résumer, en vous rappelant ce qu'elles vous ont présenté dans leur ensemble.

Voyons d'abord quelle est la constitution géognostique du terrain qui nous occupe.

La masse basaltique incline légèrement vers le N.-E., direction suivant laquelle la coulée s'est effectuée.

La roche dominante est un basalte compacte A, qui est d'un brun bleuâtre et qui ne se présente point sous forme prismatique.

A ce basalte est associée une dolérite cristalline avec fer oligiste.

Vers l'extrémité N.-O. de la coulée on remarque, au-dessus du basalte compacte et intimement lié avec lui, du basalte-lave G, tout carié, boursouflé, et dont les vacuoles sont tantôt vides, à parois tapissées de péridot décomposé, et tantôt remplies par une géode calcaire cristallisée.

Au-dessus de ce basalte bulleux et passant avec lui on remarque une brèche H formée de fragments de calcaire lacustre, dépendant de la formation du terrain à gypse, empâtés dans le basalte bulleux.

Tout ce système est évidemment postérieur au dépôt d'une partie de l'étage supérieur du terrain à gypse, lequel a été traversé par la lave qui s'est ensuite étendue en coulée sur les couches B de cet étage.

Autour du massif basaltique on remarque avec intérêt des tufs basaltiques stratifiés E et des conglomérats K. Les tufs ont été formés par voie de sédiment avec des matières provenant de la décomposition du basalte et principalement de la dolérite.

Les conglomérats K portent avec eux des traces évidentes de métamorphisme. Des calcaires ont été modifiés par l'action d'une chaleur très intense, et diverses matières ont été

transportées dans ce conglomérat par voie de sublimation. C'est ainsi, du moins, qu'on peut expliquer, par exemple, la présence de cristaux hexagonaux de mica noir qu'il n'est point rare de trouver dans cette roche métamorphique.

Les tufs E ne se présentent point sur une bien grande étendue autour du massif basaltique; ils occupent vers le N. de ce massif une zone remarquable par la stratification de ses couches parmi lesquelles on remarque quelques couches calcaires colorées ou marmorées par des matières provenant de la décomposition des roches basaltiques. Cette zone n'est pas moins remarquable par ce fait important que les dernières couches B′ de l'étage supérieur du terrain à gypse la recouvrent.

Le tuf basaltique disparaît à une centaine de mètres au N. du massif, et il s'efface peu à peu et se lie aux couches de calcaire marneux M qui lui sont contemporaines.

Arrêtons-nous ici un instant, et voyons les conséquences qui résultent de cet état de choses.

D'abord il est évident que le basalte a dû se faire jour à travers le terrain à gypse; mais l'éruption s'est faite pendant le dépôt de ce terrain, avant celui des couches les plus supérieures.

La coulée qui a eu lieu dans le sein du lac d'eau douce du bassin d'Aix s'est peu étendue, soit que la pente du fond de ce lac se prêtât peu à la marche de la matière en fusion, soit que le liquide ambiant s'opposât à cette marche en activant par voie de refroidissement la solidification des basaltes et des dolérites.

La présence du basalte bulleux et scoriacé démontre bien que les gaz ont joué un grand rôle dans le phénomène qui a donné naissance au terrain basaltique de Beaulieu. Ce basalte, rendu plus léger par ses nombreuses vacuoles, a flotté sur le basalte non poreux, et s'est rendu, dans le sens de la pente, vers l'extrémité N. du massif, emportant avec lui des fragments calcaires arrachés aux couches brisées par l'éruption. Ces fragments, en raison de leur moindre den-

sité, ont dû flotter sur le basalte poreux, ou se trouver mêlés à lui, et c'est ce qui explique très bien la formation de cette brèche volcanique.

Maintenant, pour bien saisir tout ce que le terrain basaltique de Beaulieu offre d'intéressant, remarquons d'une part que des tufs et des conglomérats existent sur tout le pourtour du massif; d'autre part, considérons que ces tufs sont contemporains de couches de calcaire marneux, auxquelles ils passent d'une manière évidente; notons, en troisième lieu, que ces tufs sont recouverts par des couches de calcaire marneux, appartenant à la partie la plus supérieure du terrain à gypse; enfin, en quatrième lieu, ne perdons pas de vue que ces couches qui recouvrent le tuf n'ont point atteint le sommet du massif basaltique qui les a toujours dominées, et nous pourrons avoir des idées précises sur l'âge du terrain basaltique de Beaulieu, et sur les phénomènes qui ont été la suite ou la conséquence de l'éruption qui lui a donné naissance.

Ces considérations démontrent tout d'abord la vérité de l'assertion que je viens de rappeler ci-dessus, au sujet de l'âge du terrain qui nous occupe. Il est impossible, en effet, de ne point se rendre à l'évidence d'une preuve aussi incontestable que celle qui nous est offerte par des couches appartenant à la partie supérieure du terrain, renfermant entre elles le terrain basaltique.

Il est donc bien évident que le basalte en fusion s'est fait jour dans le fond du lac tertiaire, à l'époque pendant laquelle s'effectuait le dépôt de la partie supérieure du terrain à gypse. Il est non moins évident que, postérieurement à l'éruption, les phénomènes sédimenteux ont continué leur action dans le sein de ce lac, de manière à produire des couches de calcaire marneux dans la majeure partie du bassin, tandis qu'autour du massif, qui devait former un îlot dans le sein du lac, puisque sa partie la plus élevée n'a jamais été atteinte par les dépôts sédimenteux, les résultats de la décomposition des roches feldspathiques donnaient naissance au dépôt de couches de tuf basaltique E, ou bien aux con-

glomérats K, lorsqu'à ces résultats se trouvaient mêlés des fragments de roches préexistantes.

Certes, messieurs, il serait difficile de trouver une question plus intéressante que celle qui vient d'être résolue. Elle est, en effet, intéressante non seulement par elle-même et par le jour qu'elle jette sur les phénomènes dont le lac tertiaire du bassin d'Aix a été le théâtre, mais elle l'est encore, elle l'est surtout à cause du grand jour qu'elle jette sur l'âge de l'éruption de plusieurs terrains basaltiques moins heureusement placés que celui de Beaulieu, et moins environnés de ce concours de circonstances heureuses qui rendent l'étude de ce terrain si facile et si féconde dans ses résultats.

Mais à ce qui vient d'être exposé ne se borne point la série des observations que vous avez faites à Beaulieu. Poursuivons, et nous allons voir un autre grand agent, la mer, venir à son tour frapper de ses flots écumants le modeste îlot basaltique de Beaulieu, en arracher les parties de ses roches décomposées par l'influence des agents atmosphériques, saisir ses parties, puis les laisser déposer dans son sein, autour de l'îlot, en couches nombreuses ressemblant au tuf basaltique E.

En effet, la mer a envahi les alentours du massif basaltique, et une grande partie des couches tertiaires déposées dans le grand lac du bassin d'Aix; mais cet envahissement, qui a eu pour principal résultat le dépôt de la molasse coquillière sur le terrain à gypse d'Aix, n'a eu lieu qu'après ou peut-être à la suite d'une dislocation du sol, puisque, comme je l'ai dit il y a un instant, la molasse coquillière est en stratification discordante sur le gypse, et qu'il existe des masses très considérables du terrain à gypse (la partie la plus élevée de la Trévaresse par exemple), qui étaient émergées pendant l'époque correspondant au dépôt de la molasse coquillière. Les traces de l'ancien rivage de la mer, que vous avez remarquées çà et là sur le versant de la montagne, ne vous ont laissé aucun doute sur l'émersion dont je viens de parler.

L'émersion de la partie la plus élevée du massif basaltique de Beaulieu n'est pas moins évidente. Vous avez vu, en

effet, des lambeaux de terrain marin disposés tout autour du basalte à des hauteurs géognostiques bien inférieures à celle qu'atteint le point culminant de la coulée.

Or, cet état de choses explique bien facilement les dépôts marins que vous avez remarqués autour du massif basaltique. De la même manière, en effet, que les résultats de la décomposition des roches feldspathiques ont donné naissance aux tufs E déposés dans les eaux douces, de même des produits analogues, joints sans doute aux produits de l'érosion de ces tufs par les eaux de la mer, ont donné naissance aux couches de molasse coquillière D que vous avez remarquées vers l'extrémité N.-O. du terrain de Beaulieu, et qui vous ont tellement offert tous les caractères minéralogiques du tuf basaltique E, que vous n'avez pu les en séparer que lorsque vous avez rencontré au milieu d'elles des coquilles marines.

Tous les lambeaux de molasse coquillière qui entourent le terrain basaltique ne présentent point les mêmes caractères: ainsi, sur les versants O. et N., la molasse se présente sous l'aspect d'un calcaire très grossier dans lequel on aperçoit une grande quantité de moules intérieurs de coquilles bivalves et univalves. Tel est, par exemple, le lambeau que vous avez reconnu au bord du chemin d'Aix à Beaulieu, près et au S.-E. de la maison de campagne dite Cabanes.

Les phénomènes qui ont précédé, accompagné et suivi celui de l'émersion basaltique ont eu des résultats trop intéressants à étudier pour que ce qui se rattache à la question considérée sous ce point de vue n'ait point été de votre part l'objet d'un sérieux examen.

Deux questions se sont naturellement présentées à votre esprit lorsque vous avez étudié le terrain à gypse: d'une part, vous avez recherché à quel ordre de phénomènes on pouvait raisonnablement attribuer la formation des couches de gypse d'Aix, et d'autre part, vous vous êtes demandé s'il n'existerait pas quelque relation entre les causes qui ont déterminé cette formation et celles qui ont eu pour résultat de réunir, au-dessus et au-dessous du gypse, les poissons

morts d'une manière violente, et dont on rencontre tant de restes fossiles.

Or, il suffit d'avoir vu en place le gypse, d'avoir étudié son mode de gisement entre des couches sédimentenses de calcaire marneux, pour être convaincu que sa formation est de nature sédimenteuse, et qu'elle a été déterminée par la transformation en sulfate de chaux de matières marneuses, tenues en suspension dans les eaux du lac d'eau douce du bassin d'Aix. Cette transformation a dû être déterminée par l'arrivée dans les eaux du lac de quantités considérables d'acide sulfurique. Tout, jusqu'à la *localisation* du gypse, donne de la force à cette opinion. Il n'est point inutile de se rappeler ici que le gypse n'est pas uniformément répandu, et que sur bien des points il en existe à peine quelques traces.

Il est incontestable que l'émission de l'acide sulfurique a été antérieure à l'éruption basaltique de Beaulieu. Cette éruption, en effet, n'a eu lieu qu'après le dépôt d'un certain nombre de couches qui recouvrent le gypse, lequel était par conséquent déjà formé au moment où la couche basaltique vint s'éteindre dans les eaux du lac. Mais il n'est point impossible de dire que cette émission a dû être le prélude de l'éruption ignée qui eut lieu plus tard.

Quoi qu'il en soit, il est facile de comprendre quel effet dut produire sur l'organisme animal l'arrivée d'une grande masse d'acide sulfurique dans les eaux douces du lac tertiaire. Tous les animaux périrent instantanément, et il ne resta de leurs dépouilles que les parties qui purent résister à l'action d'un acide sans doute très étendu d'eau. Cela explique pourquoi les empreintes de poissons et d'insectes sont si nombreuses tandis qu'il n'existe point ou presque point de coquilles fossiles mêlées à ces poissons.

Cela explique aussi pourquoi la couche la plus inférieure de gypse repose sur une sorte de lit formé de poissons fossiles.

Le phénomène de l'émission d'acide sulfurique a dû se reproduire deux fois au moins, puisqu'il existe des étages distincts de gypse, et puisque, entre le dépôt de l'un et le dépôt de l'autre, la vie animale a pu se développer de nouveau

dans le lac; car le second dépôt de gypse, vous le savez, messieurs, est précédé, comme le premier dépôt, d'une couche de poissons fossiles.

Il faut avouer qu'il n'est point aussi facile d'expliquer la grande quantité de poissons fossiles qui recouvrent le gypse; ici tout est problématique.

On pourrait peut-être appeler ici la chaleur à son secours, s'aider de l'émission d'eau bouillante; mais comme tout cela est hypothétique, il ne serait point prudent de trop s'y arrêter.

Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que des émissions de vapeur d'eau ou de tout autre gaz ont dû avoir lieu; car, s'il n'en avait pas été ainsi, comment pourrait-on expliquer, mêlés aux poissons, tant de restes fossiles d'insectes à respiration aérienne, lorsque tout démontre que ces insectes, comme les poissons, sont morts d'une manière instantanée? Il y a en quelque sorte de la vie dans les fossiles dont je parle. Les insectes ont été saisis par la mort au moment de la locomotion ou du vol; M. Coquand possède un échantillon qui présente deux Cuculionides dans l'acte de l'accouplement; enfin la plupart des poissons fossiles sont tordus sur eux-mêmes, et traduisent ainsi les souffrances physiques qui durent précéder leur mort, et des myriades de petits poissons groupés sur des tables marno-calcaires présentent tous la tête dans une même direction et offrent ainsi la fossilisation d'un groupe entier saisi par la mort au moment de la natation.

Il est d'autant plus raisonnable de supposer que la chaleur a joué un rôle dans les phénomènes qui ont déterminé la mort des animaux que, plus tard, postérieurement au dépôt des conglomérats, la chaleur a produit des phénomènes de métamorphisme fort remarquables. Ce sont les phénomènes qui ont modifié ce conglomérat et qui ont transformé en silicicalce des roches préexistantes d'une nature toute lacustre et sédimenteuse.

Enfin, messieurs, pour terminer cet exposé, peut-être trop long, des observations faites sur le terrain à gypse et sur le terrain basaltique de Beaulieu, je rappelerai à votre souvenir que vous avez reconnu, parmi les substances proprement

dites, le mica noir, le péridot, l'olivine, l'obsidienne, l'amphibole, la calcédoine dans le silicicalce, le quarz résinite, du fer oligiste en petits cristaux et du péridot décomposé dans les vacuoles des basaltes bulleux ou scoriacés. Je rappellerai aussi à votre souvenir les observations faites à l'occasion du mode de décomposition de la dolérite. Vous avez vu des boules énormes de cette belle roche composées d'un noyau non altéré recouvert de couches concentriques d'une dolérite d'autant plus décomposée qu'elle était plus rapprochée de la périphérie. Ce fait est la traduction matérielle du mode suivant lequel a dû s'effectuer le refroidissement de la dolérite.

M. Itier émet l'opinion que l'absence de prisme dans le basalte de Beaulieu pourrait tenir à ce que la matière ignée a été refroidie très lentement par suite de son contact avec l'eau du lac tertiaire.

M. Clément-Mullet répond en citant la chaussée des Géants comme un fait qui semble démontrer que l'action de l'eau n'a pu avoir aucune influence dans la cause à laquelle il faut attribuer l'absence de prismes; à quoi M. Itier objecte qu'il n'est point démontré que la chaussée des Géants, qui plonge aujourd'hui dans la mer, ait coulé dans la mer.

M. Chamousset aurait désiré qu'il eût été possible de se rendre compte du phénomène qui a déterminé la mort des animaux dont les restes fossiles existent au-dessus des couches du gypse. Le même géologue et M. Coquand entrent dans quelques développements sur les rapports qui lient les phénomènes qui ont donné naissance au terrain à gypse, avec ceux auxquels il faut attribuer la présence de la source thermale d'Aix.

M. Coquand, s'appuyant sur les observations qui viennent d'être faites et sur celles qui lui sont propres, dit que l'histoire, désormais bien établie, du terrain à gypse d'Aix, renverse totalement la théorie de M. Marcel de Serres, au sujet du prétendu dépôt dans la mer des couches lacustres du bassin d'Aix. Il dit qu'il est désormais bien démontré que le terrain à gypse d'Aix a été déposé dans le sein d'un lac d'eau

douce; que ce dépôt a été postérieur au terrain à lignite et antérieur à la molasse coquillière, et que rien ne saurait justifier l'opinion émise par le savant professeur de la Faculté de Montpellier.

M. Matheron dit qu'il adopte en tous points ce qui vient d'être dit par M. Coquand. Il ajoute que si l'on remarque, d'une part, que la molasse coquillière est supérieure au gypse, et que ce gypse est supérieur au terrain à lignite dont la puissance totale est de plusieurs centaines de mètres, on comprendra difficilement comment M. Marcel de Serres a pu admettre que le lignite de Martigues, qui est le même que celui de Fuveau et de Gardanne, se trouve lié à la molasse, et lié de telle sorte, que ce savant ait cru pouvoir le rattacher à cette formation marine.

M. Matheron dit qu'il existe dans le bassin de Marseille un terrain analogue à celui d'Aix, mais qui paraît avoir été déposé dans un bassin distinct; que ce terrain, dont les affleurements sont visibles sur presque tout le pourtour du bassin, ne lui est connu que par quelques coupes visibles dans des ravins peu profonds, mais que son identité géognostique avec celui d'Aix ne saurait être révoquée en doute. Les fossiles y sont assez rares; ce sont des Cyclades, des Paludines et des Potamides. On y voit des feuilles de palmier. Enfin, on a trouvé dans un calcaire lacustre dépendant de cette formation, l'empreinte d'une carapace d'Émyde.

Le gypse est de nature sédimenteuse comme celui d'Aix; mais, de plus, il existe sur un point, aux Camoins, une source d'eau sulfureuse qui sort dans un lieu où les couches de calcaire marneux et de gypse gris renferment des cristaux de soufre hydraté et même des sortes de filons de soufre continus, atteignant 4 à 5 centimètres d'épaisseur.

Le terrain d'eau douce du bassin de Marseille, suivant M. Matheron, qui donne une coupe à l'appui de son opinion (pl. VI, p. 412, fig. 9), affleure sur les bords du bassin après avoir été recouvert par un terrain d'eau douce que le même géologue considère comme l'équivalent de la molasse coquillière, opinion au sujet de laquelle il promet de donner quel-

ques explications lorsqu'on reviendra sur la question à peine effleurée du terrain tertiaire marin. Dans cette coupe, le terrain à gypse est représenté en A, et l'équivalent de la molasse en B.

La discussion étant fermée sur le terrain à gypse, M. Matheron continue le compte-rendu des courses, et passe aux observations faites aux environs du Tholonet. Il se borne à dire quelques mots, pour rappeler au souvenir des membres de la réunion tout ce que cette brèche présente d'agréable à l'œil et d'intéressant sous le rapport des arts; il dit que tout ce qui se rattache à la formation de cette roche intéressante et à sa position géognostique ne pourra être bien compris par les personnes étrangères au pays qu'après la course qui doit être faite dans le bassin à lignite; qu'il regrette bien que des affaires qui se rattachent à ses fonctions l'obligent de quitter Aix pour quelques jours, et que, par conséquent, ce ne sera point lui qui pourra avoir l'avantage de faire le rapport sur tout ce qui se rattache à cette brèche et au terrain à lignite. Il donne la coupe qui a été faite sur les lieux mêmes, afin de bien préciser les faits.

M. Chamousset présente à l'examen de la Société géologique des fragments d'une roche naturellement polie, qu'il a recueillis en Savoie. M. Chamousset accompagne cette communication des renseignements suivants :

La roche polie dont j'ai l'honneur de présenter quelques fragments à la Société géologique est située entre Chambéry et Aix-les-Bains, sur l'escarpement qui porte le village de Vérel, à une heure environ de Chambéry, et à égale distance à peu près de la gorge de Saint-Saturnin et du château de Montagny. Deux surfaces polies, qui se coupent à angle aigu, y forment le plancher et le toit d'une petite grotte, que les gens du pays appellent la *Grotte des Fées*, et dans laquelle les bergers et les bûcherons viennent chercher un abri lorsqu'ils sont surpris par l'orage. La hauteur de la roche polie est d'environ 300 mètres au-dessus de Chambéry; on peut l'observer sur l'escarpement, dans une longueur de 33 à 34 mètres ; il est probable que le poli se prolonge plus loin, car j'en ai retrouvé quelques indices près de Saint-Saturnin.

La roche est formée d'un calcaire gris-jaunâtre, très fendillé et à cassure inégale, appartenant probablement à l'oolite moyenne. La direction des couches est N.-N.-E., et l'inclinaison de 25° à 30° à l'E. Les couches sont coupées diagonalement par plusieurs fentes d'une assez grande longueur, qui donnent à quelques parties de la masse calcaire la forme de coins enclavés dans la roche ; enfin, on remarque une faille verticale à quelques pas de la Grotte des Fées. La roche est polie dans tous les plans de stratification et dans toutes les surfaces de jonction qui composent les grandes fentes dont j'ai parlé tout-à-l'heure ; de sorte que la face supérieure de chaque couche et la face inférieure de la couche qui repose sur elle sont également polies. Ces deux faces sont en même temps couvertes de stries fines et serrées, qui sont parallèles entre elles, et presque parallèles à la direction des couches, ou perpendiculaires à leur inclinaison. Lorsque les couches polies ont été mises à découvert depuis quelque temps, ou qu'il y a un intervalle entre les surfaces contiguës, elles se couvrent d'un léger dépôt calcaire qui diminue le poli. Dans quelques cas, l'eau qui coule sur la surface polie (le fond de la grotte) la rend douce, onctueuse au toucher et miroitante, mais en même temps elle détruit les stries. On obtient le plus beau poli, et des stries très bien conservées, lorsqu'on sépare des surfaces dont le contact est parfait. On trouve ainsi près de la grotte des fragments d'une brèche polie, qui sont aussi beaux que les marbres que l'art a polis. Cette petite grotte est due à la destruction du sommet d'un de ces *coins* dont j'ai parlé tout-à-l'heure. Voici quelques mesures prises sur les deux surfaces polies qui lui servent de mur et de toit :

1° surface *inférieure :*
Direction N.-30°-E.; inclinaison, 25° du côté de l'E.
Direction des stries N.-38°-E.

2° Surface *supérieure :*
Direction N.-8°-E. ; inclinaison, 30° degrés à l'E.

J'abandonne ces faits aux interprétations des savants. Il est évident d'abord qu'il faut rejeter toute explication qui ferait intervenir, soit le mouvement des glaciers, soit le transport des cailloux et des blocs erratiques : la direction des stries ne permet pas non plus d'admettre un glissement des couches les unes sur les autres, dans le sens de l'inclinaison. Peut-être faut-il attribuer notre roche polie à un ou plusieurs ébranlements que la masse aurait éprouvés, soit à l'époque du soulèvement, soit par l'action

des tremblements de terre ; d'où il serait résulté des dislocations et des oscillations entre les diverses parties de la masse.

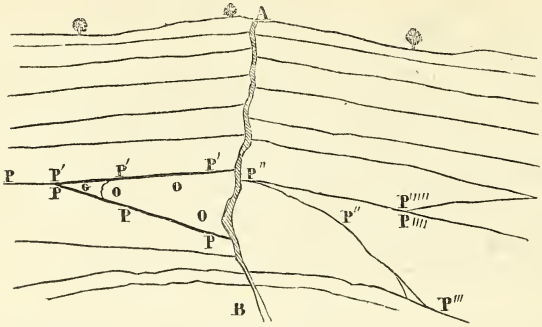
M. Itier prend la parole sur cette communication, et s'exprime en ces termes :

En présence des opinions émises dans ces derniers temps, par plusieurs géologues, sur l'extension indéfinie des glaciers et sur les preuves qu'en offrent les roches polies et striées qu'on rencontre sur quelques points dans les montagnes voisines de la chaîne des Alpes, il m'a paru qu'il ne serait pas sans intérêt d'entrer dans quelques détails sur le fait signalé par M. Chamousset, et que j'ai vérifié personnellement.

Il existe entre Aix (les Bains) et Chambéry, et à 5 kilomètres de cette dernière ville, sur le flanc escarpé de la montagne que couronne à l'O. la dent de Nivolet, une excavation peu profonde dans un calcaire qui paraît appartenir à la base de l'étage moyen jurassique. Cette excavation, située à près de 250 mètres au-dessus de la vallée, est connue dans le pays sous le nom de *Grotte-aux-Fées* ; elle est formée par la rencontre de deux surfaces planes faisant ensemble un angle d'environ 10 à 12°. La grotte proprement dite occupe le sommet de cet angle débarrassé de la roche écrasée et devenue friable qui le remplissait. Les surfaces planes intérieures, qui forment le sol P (voir la figure p. 470) et le plafond P′ de cette excavation, sont polies et couvertes de stries parallèles. La surface P incline de 25° au S.-E., et sa couche court au N. 30° E. tandis que la surface P′ incline de 30° à l'E. dans la direction du N. 8° E. ; enfin la surface P est le résultat d'une fracture de la roche, tandis que la surface P′ appartient à l'un des plans de la stratification.

La surface P, dans toute la partie où, étant à découvert, elle forme le sol de la grotte, est polie et comme glacée par un enduit stalagmitique d'un 1/2 millimètre d'épaisseur ; mais à deux mètres environ du sommet de l'angle plan, une brèche calcaire comprise dans cet angle plan est encore en place. On remarque alors que les surfaces polies P et P′ se

Coupe de l'escarpement de la roche polie de la Grotte-aux-Fées, située à 5 kilomètres au N. de Chambéry, à 250 mètres au-dessus du sol de la vallée, par M. Itier.



AB Faille.
G Grotte-aux-Fées.
O Brèche calcaire concassée par la pression et polie sur les surfaces inférieures et supérieures au contact.
P P' P'' P''' P'''' P''''' Surfaces polies.

continuent telles, au contact de cette brèche, qui est elle-même polie et striée. En mettant à découvert, à l'aide d'un fort ciseau, ces surfaces polies existant au contact les unes des autres, on peut se convaincre qu'elles se poursuivent fort avant dans le flanc de la montagne. Extérieurement, elles montrent leurs joints sur une étendue d'environ 100 mètres. Les points P et P' ne sont pas d'ailleurs les seules surfaces polies que présente cette localité. En longeant au S. une corniche de rochers, on observe à diverses hauteurs des surfaces tantôt planes, tantôt contournées et ondulées juxtaposées, polies et striées sur leurs faces en contact. Tels sont les points P'' P''' P'''' P'''''. Ces surfaces sont dues soit aux plans de stratification, soit aux fractures que ce rocher a éprouvées; de cette dernière classe est la surface polie P'', fente coupant diagonalement les strates et dépendant de la faille verticale A B, qui affecte toutes les couches. Cette surface P'' est dirigée à l'O. 77° N. sur une inclinaison très variable.

Quant aux stries parallèles, elles sont généralement

mieux marquées sur les surfaces de dessous que sur celles de dessus ; dans le voisinage de l'excavation, leur direction est N. 38° E., tandis que les couches courent dans la direction N. 30° E. Cette différence de 8° est fort remarquable. Le simple exposé des faits suffit sans doute pour réduire à néant toute hypothèse qui tendrait à expliquer le polissage de ces roches par le frottement de sables, de graviers ou de blocs. Il faudait en effet que ces surfaces polies eussent été à découvert, et c'est ce qui n'est jamais arrivé, puisqu'elles sont encore les joints naturels des couches en place. D'ailleurs, comment la surface de dessous et celle de dessus seraient-elles polies? Comment enfin ce phénomène se produirait-il à diverses hauteurs dans le même système de couches superposées?

Non seulement la disposition des lieux se refuse à admettre pour cause du polissage de ces roches le frottement de sables, de graviers et de blocs, mais elle permet de reconnaître qu'il s'agit ici d'un effet de dislocation du sol. Il suffit, en effet, d'admettre que la montagne ait pu osciller par un mouvement de va-et-vient répété, pour concevoir qu'en glissant les unes sur les autres, les couches aient poli leurs joints et que les parties dures aient tracé des stries sur les surfaces plus tendres; c'est, sans doute, par un effet de frottement analogue, que les salbandes de la plupart des filons sont polies et quelquefois striées. Ajoutons enfin qu'on ne saurait en aucune façon admettre ici un effet de cristallisation pour expliquer ce polissage; car il suffit d'examiner les surfaces pour reconnaître qu'elles sont usées par frottement.

Au surplus, que cette explication soit ou non admissible, telle n'est pas la question. La seule conclusion que je prétende pour le moment tirer du fait exposé plus haut, c'est, 1° qu'il existe à la Grotte-aux-Fées des roches polies, planes et ondulées, couvertes de stries parallèles, bien que ces roches n'aient jamais été à découvert sur leurs faces polies; 2° que ces surfaces polies sont identiques à celles qu'on a désignées sous le nom de *Laves*, et qu'on observe sur le re-

vers méridional du Jura (1); 3° qu'en tenant compte de la différence minéralogique des roches, ces surfaces polies de la Grotte-aux-Fées ont les plus grands rapports avec celles que j'ai observées à Fontenil, près Grenoble, et dont il a été fait mention dans le compte-rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Grenoble, en 1840.

Je pense donc que le phénomène que présente la Grotte-aux-Fées devra désormais rendre plus circonspect sur les conséquences qu'on a prétendu tirer, dans ces derniers temps, du fait de l'existence des roches polies dans les montagnes qui servent de contreforts aux Alpes, et que cette preuve, plus qu'équivoque, du passage des glaciers ne sera plus invoquée *a priori*, et en l'absence de toute autre circonstance locale à l'appui de cette opinion.

Ce n'est pas que je veuille contester l'effet du frottement des blocs et des sables sur les parois des roches qui encaissent les glaciers; c'est un fait que j'ai eu occasion de vérifier dans les divers glaciers de la Savoie, et auquel je n'hésite pas à attribuer les surfaces polies et moutonnées ainsi que les stries qu'offrent sur plusieurs points le granit talqueux de la vallée de Chamouni, celui de Grimsel à Champé, le gneiss à Evionnax, la serpenteuse à Zermatt, le calcaire à Saint-Maurice, parce que ce ne sont pas là les seules preuves de l'existence de glaciers sur ces points; sous ce rapport, je me range à l'opinion qu'un observateur célèbre a exprimée récemment dans l'essai qu'il a publié sur les glaciers; mais, comme M. de Charpentier, je suis loin d'admettre une extension indéfinie des glaciers des Alpes, et je crois être en mesure de démontrer, dans le travail dont je m'occupe sur le terrain erratique, que le vaste glacier de la vallée du Rhône a eu pour limite extrême la gorge du fort l'Écluse, la montagne des Waches et le mont de Sion, et que, plus loin, le transport des blocs erratiques à des hauteurs absolues, qui dépassent 1000 mètres dans la partie la plus méri-

(1) M. Agassiz les a décrites dans son discours à la Société helvétique des sciences naturelles à Neufchâtel, en 1837.

dionale, est dû à une débâcle subite à la suite de laquelle toute la partie de cet immense glacier qui couvrait la plaine de la Suisse française, a disparu pour toujours.

Séance du 13 *septembre* 1842.

Sept heures du soir.

M. Coquand, président, occupe le fauteuil.

M. Itier, secrétaire, rend compte dans les termes suivants des observations faites dans les courses des 10, 11 et 12 septembre.

Course du 10 *septembre.*

Partie d'Aix de bon matin, le 10 septembre, la réunion géologique s'est dirigée au S.-E. pour gagner la vallée de l'Arc. Elle n'a pas tardé à reconnaître, entre le pont de Cause et le Canet, le système de marnes, de calcaires et de poudingues que dans une de ses précédentes courses, elle avait vu, au Tholonet, s'appuyer sur le calcaire jurassique formant à l'O. le prolongement de la montagne de Sainte-Victoire. Parvenue à la hauteur du village de Meyreuil, la Société a pu compléter l'idée qu'elle s'était déjà formée de la position de ces brèches et poudingues si remarquables, soit par la puissance de leur dépôt au pied de la montagne, soit par leur intercalation au milieu de marnes rouges et de calcaires, soit enfin par les magnifiques matériaux qu'ils offrent à la marbrerie. On voit en effet, en faisant face à la montagne du Ceugle, que sur ce point, à partir du flanc escarpé de Sainte-Victoire, les brèches du Tholonet passent en s'arquant sur une masse considérable de marnes rouges et de calcaires lacustres, tantôt blancs, tantôt bleus, abondants en *Cyclostoma* et en *Melanopsis*, et que nous avions déjà eu occasion de remarquer à Roquefavour, comme au-dessus de Vitrole et à la montée d'Arbois; mais ce ne sont plus ici ces masses énormes qui donnent tant d'importance à l'exploitation de M. de Gallifet; les brèches du Tholonet s'amincissent consi-

dérablement et semblent en s'avançant vers le centre du bassin qui les a reçus se terminer en coin. Tel serait un talus qui se serait formé à l'époque tertiaire immédiatement après le dépôt du terrain à lignite sur lequel ce système de brèches et de marnes rouges s'appuie, ainsi qu'on peut s'en convaincre près de Meyreuil.

Pour bien saisir ce fait important de superposition, représentons la coupe du terrain, depuis Sainte-Victoire jusqu'à l'auberge de la Pomme, assise sur le grès vert à Hippurites des Martigues (pl. VII, p. 449, fig. 1).

Le terrain tertiaire lacustre à lignite supporte, comme nous venons de le voir, le système de marnes rouges avec calcaires et poudingues qui, au pied de Sainte-Victoire, a été redressé presque verticalement selon une ligne de pentes anticlinales se dirigeant à l'E. 15° N. C'est aussi la direction du grand système de soulèvement des Alpes de l'Autriche qui, ailleurs, comme l'a déjà dit M. Élie de Beaumont, a disloqué le terrain supérieur. Il est à remarquer que la majeure partie des failles qui sillonnent le bassin d'Aix, affectent cette direction et que c'est dans leur voisinage que le terrain tertiaire supérieur a été disloqué. L'étang de Caronte, par exemple, dont la forme allongée est dans la direction citée de l'E. 15° N., semble occuper une dépression occasionnée par une de ces failles qui a rejeté au N. 15° O., non seulement le système de marnes avec poudingue de 150 mètres de puissance environ, mais encore la molasse marine qu'il supporte, et qui, en raison de la quantité prodigieuse de restes marins qu'on y trouve, est plutôt un amas de coquilles qu'un calcaire coquillier.

La constitution du terrain tertiaire inférieur est représentée dans la même coupe (fig. 1). Ce terrain renferme à diverses profondeurs des couches de lignite qui fournissent un fort bon combustible, sa puissance totale s'élève à 395 mètres environ; le calcaire bleu compacte qui le compose contient à la partie supérieure des *Unios*, à la partie moyenne des *Cyclades striées* et des *Potamides scalaris*, et à la partie inférieure des *Mélanopsis;* il vient s'appuyer sur le grès vert supérieur à Hippurites, sur lequel est bâtie l'auberge de la

Pomme. Là, le terrain crétacé a été disloqué par une faille selon une ligne anticlinale fort remarquable dans la direction générale E. 15° N., de toutes les couches du terrain tertiaire.

Je rappellerai à la Société que nous avions déjà observé non seulement les mêmes relations entre le grès vert supérieur à Hippurites et le terrain tertiaire inférieur lacustre à lignite, mais la même orientation au N. de Lafare et sur le bord méridional de l'étang de Berre, près des Martigues. Il est donc inutile de nous y arrêter plus longtemps, si ce n'est pour rappeler l'existence à Lafare d'une couche ferrugineuse, espèce de Lumachelle qui semble servir, sinon de passage, du moins d'intermédiaire entre la formation crétacée et la formation tertiaire inférieure à lignite; cette roche, qui présente en effet une association de coquilles d'eau douce et de mer reliées par un ciment ferrugineux calcaire, ne se rencontre qu'aux bords extrêmes du bassin; cette situation unique et sa composition ne permettent pas de douter, ainsi que MM. Matheron et Coquand l'ont annoncé, qu'elle n'ait été formée lors de la succession de la formation d'eau douce à la formation marine par les corps marins abandonnés sur la plage de la mer crétacée, et par les débris des nouveaux habitants du lac tertiaire.

Nous bornerons là l'exposition des faits relatifs au terrain tertiaire moyen et inférieur du bassin d'Aix; nous réservant, lors de la discussion, d'indiquer les relations que nous croyons avoir aperçues entre la constitution des terrains tertiaires du Midi et ceux de la Suisse, de la Savoie, de l'Italie et de l'E. de la France.

En quittant la Pomme, nous nous sommes dirigés sur Auriol en coupant presque perpendiculairement à leur direction les couches du grès vert à Hippurites. Sur ce point la Société a eu à examiner un fort beau gisement de gypse épigène compris dans la formation jurassique, autant, du moins, que le métamorphisme que cette roche a subi, permet de le déterminer. Une partie du calcaire est passée à l'état de dolomie et de gypse anhydre; la cargneule, cette roche cellulaire métamorphique qu'on observe toujours dans

le voisinage des calcaires magnésiens et des gypses épigènes, s'y montre au contact de ces derniers. Plusieurs membres de la Société ont rappelé des phénomènes identiques à Mandane et au Mont-Cenis, en Maurienne; à Champs, près Grenoble; dans les Pyrénées, au voisinage des Ophites, etc., etc.; ils ont admis que des vapeurs magnésiennes et sulfureuses avaient modifié sur place la roche calcaire. De beaux échantillons de gypse anhydre ont été recueillis. On a remarqué que la pierre à plâtre ne se trouvait généralement qu'au voisinage des surfaces, seule position favorable à l'absorption de l'eau atmosphérique indispensable à la constitution de la pierre à plâtre.

La réunion géologique a ensuite gagné le château de Mont-Vert, où elle a reçu de M. de Saporta, l'un de ses membres, l'hospitalité la plus cordiale.

Course du 11 *septembre.*

Le château de Mont-Vert est bâti sur le muschelkalk; les collines qui le flanquent au S. appartiennent au terrain néocomien servant de base au grès vert. Ce fait mérite une mention en présence de l'opinion émise, dans une de nos séances, par M. Matheron, sur la liaison des formations jurassiques et crétacées en Provence. Dans le voisinage du volcan de Rougier que la Société allait visiter, le muschelkalk devient fortement magnésien, et il est accompagné de la roche celluleuse désignée tout-à-l'heure sous le nom de cargneule; il se relève de 82° et court à l'E. 15° N., nouvel exemple de l'effet du soulèvement des Alpes de l'Autriche en Provence; mais bientôt, au contact du basalte de Rougier et par l'effet de l'apparition de cette roche volcanique, les couches du muschelkalk changent brusquement de direction et courent au N. 3° O. L'escarpement situé en regard du volcan offre les tranches relevées du muschelkalk dans la partie supérieure, et celle du grès bigarré dans la partie basse. Je rappellerai que nous avons recueilli, près de là, de beaux échantillons de fer oxidulé octaédrique empâtés dans le basalte, et que nous avons trouvé dans le muschelkalk plusieurs de ses fossiles caracté-

ristiques. Tels sont : l'*Encrinites moniliformis*, la *Terebratula vulgaris*, l'*Ostrea flabelloïdes*, etc.

L'époque de l'apparition du volcan de Rougier ne saurait se déduire des faits qu'offre la localité parce que les roches au milieu desquelles il s'est fait jour, appartiennent au *Trias*, formation qui occupe, comme on sait, une place inférieure dans la série des terrains sédimentaires; mais si la nature minéralogique des éjections suffisait, comme nous le pensons, pour cette détermination, on pourrait, vu leur identité de composition avec celles du volcan de Beaulieu, les regarder comme contemporaines de ce dernier, dont l'âge a été établi avec tant de sagacité et de précision par MM. Coquand et Matheron.

Après avoir traversé le village de Rougier assis sur le muschelkalk, nous nous sommes dirigés au S.-E. vers Mazaugue, laissant à notre droite les ruines féodales du vieux Rougier. La gorge qu'on suit s'ouvre dans un calcaire dolomitique qui se réduit en sable jaunâtre, et qui, par sa position à défaut des autres caractères qu'il a perdus dans son métamorphisme, paraît encore devoir être rapporté avec quelque vraisemblance au jurassique; il supporte la formation néocomienne, qui paraît avoir éprouvé elle-même et sur place l'effet de vapeurs magnésiennes. La limite de cet effet est incertaine; il semblerait qu'il a été en s'éteignant de bas en haut, et que des couches non modifiées sont comprises dans des couches supérieures dolomitisées, ce qui s'expliquerait par leur plus ou moins de compacité. Quoi qu'il en soit, on ne tarde pas à atteindre une roche tout-à-fait intacte qui présente les caractères les plus positifs du néocomien; elle est surmontée d'une couche de *Boxite* dont la décomposition laisse le sol couvert d'une quantité considérable de grenaille de fer hydroxidé pisolitique, ayant les plus grands rapports avec celui qui alimente les hauts-fourneaux de la Bourgogne; puis commence le terrain de grès vert, qui s'élève à une hauteur considérable et va s'appuyer presque horizontalement, c'est-à-dire, sous une inclinaison de 10° au S.-E., sur les tranches fortement relevées du muschelkalk, des marnes irisées, du lias, du jurassique inférieur et du jurassique

moyen. Ce fait orographique renferme à lui seul la démonstration la plus complète de l'indépendance des terrains crétacé et jurassique de la Provence. Voici, en effet, la coupe naturelle du terrain depuis le volcan de Rougier jusqu'à l'escarpement jurassique au pied duquel est bâti Mazaugue (pl. VII, p. 449, fig. 2).

On voit que le grès vert supérieur à Hippurites s'appuie en C sur le lias, en D sur le jurassique inférieur, et en E sur le jurassique moyen. Cette indifférence de superposition est le fait le plus concluant qui puisse se produire de la distinction de deux formations.

Quant aux couches B, C, D, E, F, que présente l'escarpement de la montagne; il ne saurait s'élever de doutes sur leur nature, car elle résulte non seulement de la superposition, mais encore des débris organiques qu'elle contient et de leurs caractères minéralogiques qui les identifient de la manière la plus satisfaisante aux couches de la chaîne du Jura, seulement chaque terme de la série jurassique est peu développé : aussi l'ensemble atteint-il à peine 150 mètres, tandis que dans le Jura il dépasse 1100 mètres.

Comme il est de la plus haute importance en géologie de constater les relations d'ensemble existant entre les terrains occupant, à de grandes distances les uns des autres, le même horizon géognostique, nous dirons ici quelques mots de la montagne de Mazaugue.

Les marnes irisées y occupent entre le muschelkalk et le lias une épaisseur d'environ 12 mètres ; on les voit à l'O., dans la gorge de Mazaugue; leur nature minéralogique et leur position normale ne laissent subsister aucun doute sur leur compte. Dans le Jura, elles ont 60 à 70 mètres d'épaisseur.

Le lias leur succède; c'est un calcaire gris bleu foncé cristallin, contenant à sa base la *Gryphea cymbium*, plusieurs *Pecten* et *Terebratula* propres à cette formation, et à sa partie supérieure, le *Belemnites giganteus*, l'*Ammonites Bucklandi*, l'*Ammonites Walcotii*, le *Spirifer Walcotii*.

L'étage inférieur jurassique qui vient ensuite nous a offert la *Pholadomya Murchisonii*, plusieurs *Terebratula* et un

calcaire miroitant gris suboolitique, identique au calcaire à *Entroque* du Jura.

L'étage moyen oxfordien est moins marneux que dans le Jura, mais son calcaire argileux est caractéristique, et la présence de ces Ammonites à deux plis propres aux mêmes couches dans le Jura, vient achever la démonstration d'identité. Ce calcaire donnerait de l'excellente chaux hydraulique; un calcaire en bancs minces qui couronne l'oxfordien rappelle on ne peut mieux le calcaire à chailles qui est, dans le Jura et sur une foule d'autres points, l'équivalent du corallien.

Quant à l'étage supérieur jurassique il est déterminé suffisamment par la position qu'il occupe sur le calcaire à chailles sans qu'il soit indispensable de démontrer paléontologiquement son existence. Au surplus, l'absence de restes organiques dans ce calcaire serait un fait qui lui serait commun avec l'étage supérieur jurassique d'une foule de localités; c'est même ce qui embarrasse quelquefois sur sa détermination dans la chaîne du Jura.

Consignerai-je ici les divers épisodes qui ont marqué notre course nocturne de Mazaugue à Tourves à travers les rochers et les bois, et de Tourves à Saint-Maximin, où nous avons trouvé enfin un gîte? Chacun de nous les connaît, et la science n'a rien à y gagner.

Course du 12 *septembre.*

Après avoir admiré la magnifique église de Saint-Maximin, la réunion géologique s'est dirigée vers la vallée de l'Arc; à moitié de Saint-Pison, elle a observé le grès bigarré parfaitement caractérisé s'échappant au S. de la route sous le muschelkalk; puis nous sommes rentrés dans le bassin tertiaire d'Aix déjà étudié, après avoir cependant examiné les calcaires d'eau douce de Château-Viel-le-Rouge, qui contiennent des Hélices, des Bulimes, des Cyclostomes, etc., dans un état de compression très remarquable.

M. Matheron, à la suite de ce compte-rendu, dit qu'il regrette bien que les circonstances se soient opposées à ce qu'il

ait pu faire la course de Mazaugue; mais que, comme il connaît parfaitement les lieux qu'il a visités à plusieurs reprises, il peut se permettre de faire quelques observations et de donner quelques éclaircissements.

Il déclare d'abord que son intention n'est point d'attaquer de nouveau dans cette séance la question soulevée par lui à l'occasion du terrain néocomien; qu'il se réserve de traiter de cet objet après les courses qui doivent être faites à Apt et à Cassis.

Pour le moment, il n'a l'intention de s'occuper que du gypse d'Auriol, de la puissance du terrain jurassique, et de l'indépendance du terrain crétacé dont a parlé M. Itier.

D'après M. Matheron, le gypse d'Auriol, signalé par M. Itier, appartient de toute évidence au terrain jurassique, et a été formé, par le métamorphisme, de couches dépendantes de l'étage oxfordien. A l'appui de son opinion, il signale à l'attention de la réunion géologique des faits de superposition se rattachant au gypse de Gemenos, que tout démontre être contemporain du gypse d'Auriol. Il dit ensuite qu'il existe à Roquevaire et aux environs de Marseille, près le hameau de Caillols, des dépôts de gypse épigène qui paraissent appartenir à la même époque. Le gypse de Roquevaire est remarquable par sa beauté, par les cristaux octaèdres de fer sulfuré qu'il renferme, et surtout par les magnifiques échantillons de sulfate de chaux anhydre qu'il offre aux minéralogistes.

En ce qui touche la puissance du terrain jurassique, M. Matheron fait observer qu'il ne saurait admettre le rapprochement que M. Itier fait des couches F et G de sa coupe (pl. VII, p. 449, fig. 2) avec le coral-rag et les deux derniers étages supérieurs jurassiques. Il ne voit rien à Mazaugue qui puisse justifier ce rapprochement, ce qui est implicitement avoué par M. Itier, qui n'assigne pas aux couches G les caractères qu'on connaît aux étages kimméridien et portlandien. M. Matheron ajoute qu'il serait d'ailleurs erroné de croire que le terrain jurassique de Provence n'a en puissance que l'épaisseur qui vient d'être signalée par M. Itier. Il cite, à l'appui de son assertion, les épaisseurs que les marnes oxfordiennes

atteignent dans les environs d'Aix et aux environs d'Auriol. Dans ce dernier lieu, le terrain jurassique, non compris les couches que M. Matheron y rattache, a plus de 300 mètres de puissance.

Enfin, en ce qui touche l'indépendance déduite de la coupe 2, pl. VII, p. 449, M. Matheron dit qu'il est certes loin d'avoir l'intention de nier cette coupe; mais que s'il eût été sur les lieux, il aurait fait voir à ses honorables confrères, au-dessus de la couche de boxite signalée par M. Itier, entre ce boxite et le grès vert à Hippurites, des couches H absolument identiques aux couches néocomiennes de Cassis, des Lattes et d'Allauch, près de Marseille.

Il ajoute que la coupe qu'on peut faire en ce lieu, et qui a été faite par M. Itier, ne prouve nullement qu'il y ait discordance réelle entre le calcaire à *Chama ammonia* et le terrain jurassique proprement dit. Qu'en effet si les membres de la réunion avaient eu le temps nécessaire pour faire une coupe générale du pays, ils auraient reconnu, en avançant vers le S., que le calcaire à *Chama* reparaît plus loin; qu'il ne faudrait pas conclure, comme paraissent cependant l'avoir fait MM. les membres de la réunion, que les assises H, I et K ont été déposées contre la masse déjà inclinée, constituée par les assises A à G jurassiques; que la différence de stratification présentée par la coupe est le résultat d'une faille qu'il n'est point étonnant que ses confrères n'aient point reconnue, mais qu'ils eussent certainement admise s'ils eussent pu suivre, dans le sens de l'E. à l'O., la chaîne de montagnes. Ils auraient vu alors les calcaires à Hippurites se relever peu à peu, et arrivés à la limite du département du Var, du côté des Bouches-du-Rhône, au défilé de Bretagne, le terrain néocomien proprement dit se relever aussi, et former contre la montagne jurassique des escarpements qui certes n'ont pu être déposés dans la position qu'ils occupent (pl. VII, p. 449, fig. 3).

Une longue discussion s'engage à ce sujet. M. Itier cite à l'appui de son opinion la superposition au muschelkalk du terrain néocomien (calcaire à *Chama*) qui resterait toujours

pour combattre l'opinion de M. Matheron, en supposant qu'il fût possible qu'il y eût réellement une faille à Mazaugue.

M. Matheron répond que si M. Itier avait visité en détail, comme il l'a fait lui-même, les montagnes des environs d'Auriol, il n'attacherait aucune importance au fait signalé par lui. Qu'en effet ces montagnes avaient tellement été bouleversées par les soulèvements, qu'on rencontrait, tantôt dans le fond d'une vallée, tantôt sur les flancs de la montagne, et tantôt sur les sommets, des lambeaux de terrain néocomien (tel que M. Matheron l'entend) associés à des lambeaux de terrain crétacé et du grand terrain à lignite. Or serait-il rationnel de dire que les lambeaux du terrain tertiaire d'eau douce qu'on observe çà et là ont été déposés après la dislocation du sol? Certes non; car tout démontre au contraire que les lambeaux sont détachés du bassin à lignite, et qu'ils ont été portés dans des positions et à des hauteurs si diverses par les phénomènes de soulèvement. Suivant M. Matheron, il en a été de même des lambeaux de terrain crétacé et des couches de calcaire à *Chama* qu'on prétend être indépendantes du terrain jurassique, ce qu'il nie positivement.

MM. Itier et Coquand reconnaissent qu'il n'existe rien dans la Provence qui présente les caractères paléontologiques du coral-rag, des argiles de Kimméridge et du Portland; mais ils persistent à penser que le terrain à *Chama* ne saurait être l'équivalent du Portland.

M. Clément-Mullet ne partage point l'opinion de M. Matheron sur le passage insensible du terrain crétacé au terrain jurassique. Il ne peut croire que les environs d'Aix présentent un phénomène qui ferait exception avec toutes les observations faites jusqu'ici avec tant de précision et d'exactitude. La division entre les terrains crétacés et les terrains jurassiques est constatée par l'étude du règne animal, aussi bien que par celui du règne végétal. M. Alcide d'Orbigny l'a même constatée pour les coquilles microscopiques. M. Matheron est le seul de son opinion, que ne partagent point ses confrères de Provence. M. Clément rappelle sommairement les dispositions générales du terrain néocomien de l'Aube, plusieurs fois

cité pendant le cours de la discussion, où les limites sont si bien distinctes de celles des terrains jurassiques, qu'il y a exclusion absolue de la possibilité du passage d'un terrain à l'autre. A Vandœuvre surtout, sont deux carrières voisines où se rencontrent les deux terrains superposés. La partie supérieure est occupée par le calcaire néocomien avec tous ses fossiles, *Spantagus retusus*, *Nautilus pseudo-elegans*, *Perna Mulleti*, *Lutraria jurassi*, etc.; au-dessous, le calcaire jurassique avec ses tubulures et perforations, si caractéristiques dans cette contrée, et ses fossiles particuliers, des *Pinnes*, des *Nérinées*, etc. Les deux étages sont séparés par ces fragments de roches qui, si fréquemment, occupent la partie supérieure des formations, et qui témoignent d'une action prolongée des éléments atmosphériques. Cette distinction des deux étages a été aussi signalée en Suisse, soit par la texture des roches, soit par les fossiles, soit encore par leur influence différente sur la flore et sur les plantations. Cette différence dans la flore doit aussi être signalée pour le département de l'Aube, où elle est sensible.

M. Clément, examinant ensuite la manière dont on étudie les terrains et la méthode suivie pour établir des analogies entre des contrées fort éloignées, insiste sur l'erreur dans laquelle on est entraîné en voulant trouver une identité parfaite entre tous les terrains de la même époque. Des accidents locaux ont dû amener, dans la forme de chaque région, des modifications qui ne permirent pas à tous les êtres de vivre à la fois dans toutes les régions du globe. Les Rudistes, par exemple, abondants en Provence, ne se trouvent point dans les bassins de l'Aube ou de la Seine, et tant d'autres qu'on pourrait citer. Quelques uns pourtant, plus privilégiés, purent habiter toutes les contrées du globe; ce sont ceux-là qui sont communs à tous les terrains contemporains, et qui constituent le lien entre les formations d'une même époque géologique. Les êtres spéciaux aux localités semblent moins nombreux à mesure qu'on descend dans l'échelle des terrains. Les êtres vivants, plus rares dans l'origine de l'organisation de la création, étaient aussi plus constants dans leurs formes.

La nature, si féconde depuis, semblait alors s'essayer au grand œuvre de la création.

Ainsi donc, si les terrains pris dans les diverses régions et les bassins éloignés ont des points de ressemblance, ils ont aussi nécessairement des caractères qui établissent entre eux des différences et qui leur donnent une physionomie particulière et spéciale. Il dut aussi en être de même pour les roches considérées minéralogiquement; en effet, bien que déposées dans le même temps et à la même époque, elles varièrent nécessairement dans leur texture et leur dureté. Ce sont des assertions qui confirment l'observation des faits. Dans l'appréciation des analogies entre les terrains, et pour arriver à déterminer leur contemporanéité, il ne faut point chercher une identité impossible, mais seulement des traits généraux qui deviendront de plus en plus spéciaux à mesure que les terrains se rapprocheront et que les distances deviendront moindres. Si les terrains des localités voisines ont entre eux les caractères de l'espèce, ceux des régions éloignées ne seront plus liés que par les caractères du genre ou même de la famille.

A cette discussion, qui a été fort animée, ont aussi pris part MM. Chamousset et Michelin.

M. Chamousset présente quelques observations au sujet des terrains tertiaires de la Savoie.

Suivant M. Chamousset, la Savoie présente la série tertiaire suivante :

1° Blocs erratiques, et cailloux roulés disséminés sur le sol, ou mélangés au sable et à la terre, sans aucune apparence de stratification. Je l'ai observé, dit-il, dans tous nos environs, jusqu'à la hauteur de 800 mètres.

2° *Terrain tertiaire.* — 1° Tertiaire supérieur; sables, cailloux, argiles avec Planorbes et Spirorbes, lignites présentant des feuilles assez bien conservées, des cônes de sapins, des élytres d'insectes, etc. La stratification est toujours plus ou moins régulière, et à peu près horizontale. 2° Tertiaire moyen; molasse, marne, et grès plus ou moins grossiers

ou marneux, avec dents de Squales, des Peignes, etc. La partie supérieure est généralement moins coquillière et à grains plus fins que la partie inférieure. Elle est généralement inclinée dans le voisinage des roches plus anciennes, et a participé à leur dernier et principal soulèvement.

3° *Tertiaire inférieur.* — Marnes et argiles rouges, bleues et bigarrées, que M. Élie de Beaumont avait déjà comparées, en 1829, aux argiles rouges des environs d'Aix en Provence. A Grésy, près d'Aix en Savoie, ce terrain a une puissance de près de 1,000 mètres. Il y est immédiatement recouvert par le grès marin à gros grains. A 100 mètres au-dessous de celui-ci, il contient des veines blanches de gypse intercalé dans la marne; quelques mètres plus bas que le gypse, on observe plusieurs bancs de $0^m,1$ environ d'épaisseur, d'un calcaire blanc grisâtre, marneux ou sableux, et séparés par des marnes schisteuses dans lesquelles on trouve des moules de coquilles d'eau douce, tels que des Hélices, des Néritines, etc. Ces marnes sont quelquefois noires, et indiquent quelques traces de lignite. La disposition du sol ne permet pas d'y étudier la partie inférieure de cette formation.

Près de Vimines, on exploite depuis longtemps comme marbre une brèche qui a la plus grande ressemblance avec les brèches du Tholonet. Elle est composée de fragments calcaires qui paraissent provenir des couches supérieures du néocomien supérieur. Les brèches le remplacent dans cet endroit, et reposent sur des couches plus inférieures du néocomien. Ces fragments de différentes grosseurs se sont environnés de couches concentriques diversement colorées et qui produisent un très bel effet. Ils sont liés par un ciment marneux, dont la couleur varie, mais qui le plus souvent est rouge, ou jaune.

M. Itier entre dans quelques détails qui ne font que confirmer les communications faites par M. Chamousset; il pense qu'il n'est point impossible de saisir les rapports qui existent entre les terrains tertiaires de la Provence et ceux de la Savoie, et il déclare que, quant à lui, les observations qu'il a faites depuis son arrivée à Aix lui ont donné la clef

de l'âge auquel devaient être attribués certains dépôts tertiaires qu'il avait eu occasion de visiter dans le département de l'Ain.

M. Coquand cède le fauteuil à M. Clément-Mullet, et rend compte de la course qui a été faite dans les environs d'Aix pour étudier la molasse coquillière.

La réunion géologique, dit-il, s'est rendue aujourd'hui dans la matinée sur la montagne dite des Pauvres pour y observer le dépôt de molasse coquillière qui en occupe la partie supérieure. En se dirigeant vers ce point, vous avez vu apparaître, à l'E même de la ville d'Aix, des roches arénacées un peu friables et argileuses, d'une couleur tirant au rouge brique, recouvertes par du calcaire coquillier en tout semblable à celui que vous avez remarqué dans les environs des étangs de Berre et de Lavalduc.

Ces roches constituent la majeure partie du sol sur lequel est bâtie la ville d'Aix. Elles appartiennent à la formation de la molasse coquillière, ce qui est démontré par les fossiles assez nombreux qu'elles renferment.

Cette molasse occupe le fond du petit bassin de la Torse, puis elle est tout-à-coup interrompue par une montagne liasique, et ne reparaît que sur le sommet de cette montagne, à une hauteur considérable au-dessus du niveau où vous l'avez vue en sortant de la ville.

Du sommet de la montagne des Pauvres, la molasse coquillière s'étend sur le plateau à peu près horizontal qui existe en ces lieux, et présente là tous les caractères d'un dépôt littoral. On voit en effet, çà et là, des traces évidentes de l'ancien rivage de la mer, et les fossiles sont en général roulés et mêlés à de petits galets calcaires constituant par leur aggrégation une sorte de poudingue.

Les rapports qui lient ce lambeau de molasse coquillière avec les dépôts des environs de Lambesc ou des Martigues sont évidents; ils résultent de la réunion des caractères minéralogiques et paléontologiques.

Vous avez, en effet, remarqué que la pierre de taille qu'on extrait dans les carrières dites des Baumettes, lesquelles sont ouvertes dans le calcaire de la molasse coquillière, était tout-

à-fait identique à la pierre que vous avez reconnue aux environs des étangs et des îles ; vous avez trouvé des fossiles qui ne vous ont laissé aucun doute au sujet d'une assimilation qui pouvait faire question pour ceux d'entre vous qui ne connaissaient point les caractères physiques de la molasse coquillière, mais dont la solution n'a laissé aucun doute dans vos esprits après que vous avez eu constaté l'identité de cette molasse avec les lambeaux que vous avez vus aux environs d'Aix, dans votre course à Beaulieu.

Ce que la molasse que vous avez étudiée aujourd'hui présente sans contredit de plus intéressant, c'est l'aspect sous lequel se montre sa partie inférieure et les fossiles qu'elle renferme.

Vous avez vu, vous vous le rappelez bien, la molasse des environs des Martigues divisée en deux étages assez distincts. L'un, l'inférieur, composé d'une série de couches en général bleuâtres ou grisâtres et de nature marneuse ; et l'autre, le supérieur, composé d'une ou plusieurs fortes couches de calcaire coquillier, grossier, en général très poreux et formé de fragments de coquilles.

Aux environs d'Aix, vous avez retrouvé ces deux étages ; mais l'inférieur, au lieu d'être de nature marneuse, est ici sous forme de grès friable de couleur rougeâtre, et au lieu de nombreuses coquilles marines, ce grès renferme un très grand nombre de coquilles terrestres et lacustres, telles que des Hélices, des Cyclostomes, des Bulimes et des Limnées.

C'est à cause, sans doute, de la présence de ces fossiles qu'un géologue du plus grand mérite, M. Rozet, a appelé ce grès, grès à Hélices. Or, si ce grès peut recevoir cette dénomination à cause des fossiles qu'il renferme, il ne s'ensuit nullement que la séparation qu'on en a faite de la molasse coquillière soit justifiée. Ce grès, en effet, vous l'avez vu, n'est nullement supérieur à la molasse coquillière ; il en fait partie intégrante, il en constitue la base. Ce que vous avez vu ne vous a laissé aucun doute à cet égard.

Un fait digne de remarque, c'est que les Hélices ne se trouvent point seulement dans le grès ; on en retrouve dans le calcaire coquillier supérieur à ce grès calcaire, dans lequel les fragments de coquilles marines et même les coquilles

marines entières, ne sont point aussi rares que dans le grès.

La conséquence naturelle d'un tel état de choses, c'est que le dépôt de molasse que vous avez visité ce matin est un produit littoral, ce qu'attestent à la fois la nature minéralogique de la partie inférieure, les petits galets constituant une sorte de poudingue, les coquilles usées et roulées, le mélange de coquilles terrestres et lacustres, enfin, les caractères offerts par les roches préexistantes au dépôt de molasse, roches qui sont corrodées et usées par le frottement des eaux de la mer.

Il y a plus, et ici j'émets une opinion qui m'est personnelle, je crois que la molasse de la montagne des Pauvres est à une place qui indique l'ancien niveau de la mer tertiaire. La position horizontale qu'elle affecte sur des montagnes dont les couches sont fortement inclinées, semble donner assez de force à mon opinion.

M. Matheron prend ensuite la parole.

Je partage en tous points, dit-il, l'opinion que M. Coquand vient d'émettre sur l'origine de la position géognostique des lambeaux de terrain que vous avez visités. Je n'ai point pu vous accompagner ce matin sur les lieux, mais je connais la localité, et j'ai présentes à la mémoire les observations réitérées que M. Coquand et moi y avons faites, et qui ont eu pour résultat de former en nous, à ce sujet, une conviction qui ne date pas d'aujourd'hui.

Il est à regretter, messieurs, que vos moments soient comptés; sans cela, je vous eusse proposé deux courses, l'une à Peyrolles, et l'autre dans les environs de Rognes, pour visiter deux localités où le prétendu grès à Hélices tertiaire se montre dans toute la plénitude de ses caractères, et où sa position géognostique est, s'il est possible, plus facile à distinguer que sur la montagne des Pauvres.

A Peyrolles, au S.-E. du village, au lieu dit le Deven, on voit le dépôt de la molasse adossé au pied des montagnes jurassiques qui viennent expirer dans la vallée de la Durance. Cette molasse présente des couches supérieures de calcaire en tout semblable à celui d'Aix et renfermant une foule de

fossiles marins. Au-dessus, on voit une série de couches de grès rougeâtre alternant avec des couches un peu argileuses. Les Hélices et les Cyclostomes abondent dans ces couches.

A Rognes, les dispositions ne sont pas absolument les mêmes. Le dépôt de molasse où se montre le grès à Hélices est bien encore flanqué contre une montagne secondaire; mais là, le grès n'est plus rouge, il est de couleur blanchâtre, il est un peu micacé, et les espèces fossiles appartiennent à des Hélices d'une taille plus petite que celle des Hélices d'Aix et de Peyrolles.

Dans ces deux localités on voit des traces évidentes d'un ancien rivage. A Rognes, par exemple, les roches secondaires forment sur quelques points des anciennes falaises offrant des myriades de perforations faites par des Pholades ou des Modioles.

A Rognes, le grès dont il s'agit est recouvert par des couches renfermant une quantité innombrable d'*Ostrea canalis* ou *virginica;* et ce qui prouve que le dépôt est vraiment littoral, c'est qu'en s'éloignant des bords du bassin tertiaire, on ne retrouve plus le grès qui est remplacé par de l'argile marneuse.

En ce qui touche la question du niveau de l'ancienne mer tertiaire, question qui vient d'être effleurée par M. Coquand, je dois dire que je ne saurais partager l'opinion qui vient d'être émise.

Sans doute que la position horizontale dans laquelle se trouve la molasse de la montagne des Pauvres est une raison; mais le dépôt dont il s'agit est trop peu étendu pour qu'on ne puisse pas admettre qu'un soulèvement postérieur au dépôt de la molasse ait détaché un lambeau de celle-ci et l'ait porté à une hauteur assez considérable sans que sa position horizontale ait été sensiblement dérangée. Ces sortes de soulèvements ne sont point sans exemple.

A mon avis, rien, jusqu'à présent, ne peut permettre d'avoir à cet égard une opinion arrêtée. Il résulte, en effet, de la comparaison que j'ai faite d'un grand nombre d'opérations géodésiques exécutées par moi dans presque tout le département, que l'altitude actuelle des anciens rivages de

la mer tertiaire est extrêmement variable. Ainsi l'induction donnerait à l'ancienne mer une hauteur au-dessus de la mer actuelle de 25 mètres seulement, si l'on bornait ces observations aux environs de Barbentane; tandis que cette hauteur irait en croissant jusqu'à plus de 400 mètres, suivant qu'on conclurait des observations faites à Salon, à Aurons, à Lambesc, à Aix ou à Beaulieu.

Or, si le niveau de l'ancienne mer était indiqué par la hauteur absolue que la molasse occupe sur la montagne des Pauvres, comme cette hauteur serait de plus de 300 mètres, et que la majeure partie des points où j'ai reconnu des anciennes traces du rivage de la mer sont à des hauteurs absolues qui varient entre 25 et 250 mètres, il faudrait admettre qu'en ces points il y a eu affaissement, ce que je ne puis croire.

M. Michelin dit que c'est ici le moment de s'occuper de la question soulevée dans une des précédentes séances; qu'il résulte pour lui des observations qui ont été faites jusqu'à ce jour, que le dépôt de molasse coquillière peut être divisé en deux étages bien distincts, dont l'un, l'inférieur, correspondrait aux dépôts subappenins de la Superga, près de Turin.

MM. Coquand et Matheron répondent qu'ils ne connaissent pas le dépôt des environs de Turin dont vient de parler M. Michelin; mais que l'assimilation faite entre la base de la molasse et les marnes subapennines, est à leurs yeux de toute évidence, et qu'elle est le résultat de la comparaison faite à l'aide des caractères minéralogiques et paléontologiques; que les marnes bleues des environs de Montpellier, celles des environs de Perpignan, celles du département de Vaucluse, etc., sont elles-mêmes les équivalents géognostiques des marnes subapennines.

M. Michelin reprend la parole, et dit que la comparaison des terrains du midi de la France avec les terrains de Paris, paraît indiquer que le gypse d'Aix est, en effet, comme l'ont indiqué depuis longtemps MM. Coquand et Matheron, l'équivalent du terrain à gypse de Paris, mais qu'il paraît bien évident que là se borne la similitude qui existe entre les deux

dépôts tertiaires, puisqu'on ne trouve rien en Provence qui ressemble au calcaire grossier parisien, ni à l'argile plastique, que cette différence tient sans doute à ce que les deux bassins tertiaires ont été indépendants l'un de l'autre, et que conséquemment les dépôts qui s'y sont effectués n'ont eu que peu de points de ressemblance.

M. Matheron répond que, suivant lui, il n'est point impossible de trouver les équivalents de tous les membres de la série géognostique des environs de Paris. Sans doute, dit-il, les deux bassins ont été tout-à-fait distincts : aussi les phénomènes de dépôt qui s'y sont effectués et les animaux fossiles dont ils ont conservé les dépouilles sont-ils si différents et sont-ils si empreints de caractères locaux. Mais remarquez, messieurs, que lorsque ces bassins ont été le théâtre de phénomènes prenant leur source dans de grands phénomènes naturels, ils ont eu de suite des points de ressemblance, et c'est ainsi que le gypse d'Aix ressemble tant au dépôt de gypse de Paris.

Au-dessus du gypse on trouve en Provence le dépôt de molasse coquillière qui, suivant M. Matheron, correspond au deuxième terrain marin de Paris et au-dessus de la molasse, un terrain lacustre tertiaire qui est l'équivalent du dernier terrain d'eau douce du bassin parisien.

Quant au calcaire grossier et à l'argile plastique, ils seraient représentés en Provence par un dépôt lacustre unique, par le terrain à lignite.

M. Matheron ajoute : Les différences qui existent entre les dépôts tertiaires effectués dans des bassins distincts aussi éloignés que ceux de la Provence et des environs de Paris, ne sauraient m'étonner, lorsque je vois la différence énorme qui existe entre les deux bassins d'Aix et de Marseille, séparés par une simple chaîne de montagnes! Dans le bassin de Marseille, j'ai eu l'honneur de vous le dire, messieurs, il existe l'équivalent bien évident du terrain à gypse. Eh bien, au-dessus de ce terrain se trouve un immense dépôt lacustre formé de couches d'argile marneuse dans la base, sur une épaisseur de 150 mètres environ, et de couches de grès et de poudingue polygénique au-dessus.

Or, si vous vous rappelez que ce terrain repose sur le gypse ; si, d'autre part, vous notez qu'il est recouvert par le dernier terrain tertiaire dont les lambeaux existent aux environs d'Aix, où vous l'avez vu reposer sur la molasse coquillière, ne vous paraîtra-t-il pas évident que ce terrain d'eau douce du bassin de Marseille n'est autre chose que l'équivalent de la molasse coquillière ? Ce terrain et la molasse occupent en effet la même position géognostique, ils sont donc parallèles, ce qui est démontré *à posteriori* par l'absence absolue de la molasse marine dans les environs de Marseille.

Ce fait ne présente rien qui doive vous surprendre ; il prouve simplement que lorsque la mer baignait les vallées de l'Arc et de la Durance, le bassin de Marseille était un lac d'eau douce.

Or, n'est-il pas évident aussi, d'après ce que vous avez vu dans nos terrains tertiaires, que, tandis que la mer occupait le bassin parisien et celui de Bordeaux, pendant la période correspondante au calcaire grossier, la Provence présentait un grand lac qui était le théâtre de phénomènes tout différents.

En résumé, sur cette question on peut dire, sans entrer pour cela dans le domaine de l'idéal, qu'après l'émersion des terrains crétacés, il se forma, en Provence, un grand lac ou plusieurs grands lacs ; que le lac des Bouches-du-Rhône dut d'abord contenir des eaux salées, qui devinrent peu à peu saumâtres, puis douces, ce qu'atteste la couche tertiaire que vous avez vue à la Fare. Que le lac a été le théâtre de phénomènes qui ont eu pour résultat les grands dépôts lacustres à lignite et à gypse.

M. Coquand dit qu'il y a toujours eu communauté d'idées entre lui et M. Matheron au sujet de la comparaison des terrains tertiaires du midi de la France avec ceux des environs de Paris ; mais il ne pense pas qu'on puisse dire d'une manière absolue que le calcaire grossier n'a pas d'équivalent marin en Provence. Il existe, dit-il, dans le département des Basses-Alpes, un grand dépôt qui a été décrit par M. Scipion Gras sous le nom de calcaire à Nummulites, qui paraît offrir tous

les caractères d'un terrain tertiaire. Or, ce terrain est inférieur à la molasse et au terrain à gypse. Il pourrait donc être considéré comme l'équivalent du calcaire grossier parisien.

M. Matheron fait la communication suivante :

L'oolite corallienne du département de l'Ain, si riche en corps organisés et si bien étudiée par M. Itier, renferme divers fossiles intéressants que notre savant confrère a bien voulu mettre sous mes yeux, et parmi lesquels il en est un qui mérite une attention toute particulière. Il a paru tout d'abord à M. Itier devoir constituer un genre nouveau. J'ai examiné ce fossile avec la plus minutieuse attention, et je n'ai point tardé à partager l'opinion de M. Itier. Je vais vous présenter les caractères de ce nouveau genre, que je propose de nommer *Itieria*, en l'honneur du géologue qui en a fait la découverte.

Genre *Itieria*.

Coquille ventrue, subovoïde ou subcylindrique, suivant qu'elle est jeune ou adulte; spire tout-à-fait enveloppée dans les jeunes individus, et composée, chez les adultes, d'un grand nombre de tours apparents, dont le dernier est proportionnellement très grand par rapport à la longueur de la coquille; sommet de la spire très obtus.

Bouche étroite, longitudinale, élargie en avant, où elle présente un évasement ou canal rudimentaire; labre chargé de plis qui se prolongent dans l'intérieur; columelle creuse, chargée de plis qui se continuent sur toute la longueur.

On voit, par ces caractères, que les Itiéries ont beaucoup de rapports avec les Nérinées et les Actéonelles; mais elles diffèrent des premières par leur spire enveloppante, et surtout par leur bouche longitudinale et très étroite sur la majeure partie de sa longueur, et des secondes par les plis dont leur labre est chargé.

D'ailleurs il est un autre caractère qui distingue les Itiéries des Actéonelles, c'est l'absence d'un canal sur la partie postérieure de la bouche.

L'échancrure de la bouche et les plis du labre établissent suffisamment la différence qui existe entre les Itiéries et les Tornaelles, pour qu'il soit nécessaire d'insister à ce sujet.

Les Itiéries ne pourraient être rapportées au genre *Pyramidelle*. En effet, dans les Pyramidelles, la spire est plus ou moins turri-

culée, et la bouche est plus ou moins arrondie. De plus, les plis du labre sont accidentels; enfin il n'existe point de canal dans la partie antérieure de la bouche.

Le mode d'accroissement des Itiéries est fort remarquable. Dans le jeune âge, la coquille est ovoïde, et s'enroule sur elle-même de manière à produire une spire extrêmement obtuse. Plus tard la spire s'allonge et la coquille prend un aspect turriculé. Toutefois, le dernier tour est toujours extrêmement gros par rapport à la partie apparente des tours précédents.

Voici les caractères de l'espèce qui sert de type au genre.

Itieria Cabaneti (1), Matheron.

I. testâ subcylindricâ, lævi, spirâ apice obtusissimâ, anfractibus numerosis; ultimo spirâ longiore; aperturâ elongatâ, postice angustissimâ, antili dilatatâ; columellâ labroque uniplicatis.

Longueur totale, 170 millimètres; diamètre du dernier tour, 75 millimètres· longueur de la spire, 75 millimètres; longueur du dernier tour, 95 millimètres.

Le rapport entre la longueur du dernier tour de spire et la longueur totale varie avec l'âge. Dans les jeunes individus il est de $\frac{90}{100}$, et il va en diminuant jusqu'aux $\frac{55}{100}$.

Mais un rapport qui est plus constant est celui qui existe entre la partie apparente du tour de spire recouvert par le dernier. Ce rapport est de $\frac{15}{100}$.

La dent columellaire est placée un peu plus bas que la dent du labre, de telle sorte que cette dernière doit correspondre à l'intervalle qui sépare l'autre de la partie cylindrique de la columelle.

Cette Itiérie devait avoir les habitudes des Nérinées et des Pyramidelles, et vivre par conséquent dans des fonds coralligènes.

---

(1) L'espèce qui a servi de type à M. Matheron, a été décrite par moi dès 1841, sous le même nom spécifique assigné par ce géologue. Il est étrange que M. Matheron s'empare du nom que j'ai donné sans me citer le moins du monde dans sa description. L'espèce en question a été publiée en 1841 (*Revue zoologique par la Société cuviérienne*, p. 318), sous le nom de *Tornatella Cabanetii*. Cette espèce, loin de former un genre nouveau, appartient par tous ses caractères au genre *Tornatella* ou Actéon, qui de même a le plus souvent la columelle creuse. Les changements de forme suivant l'âge, dans cette coquille, ainsi que tous les autres caractères assignés par M. Matheron, sont seulement des caractères spécifiques, et ne peuvent nullement autoriser la création d'un genre.

(*Note de M. Alc. d'Orbigny.*)

Fossile de l'oolite corallienne d'Oyonnax, département de l'Ain, où elle a été recueillie par M. Itier. Elle est dédiée à M. Cabanet, géologue distingué, dont la science déplore la perte récente.

M. Requien fait la communication suivante :

Notre secrétaire M. Philippe Matheron publia, en 1832, dans les *Annales des sciences du midi de la France,* diverses espèces de fossiles des terrains d'eau douce des Bouches-du Rhône, et entre autres un nouveau genre auquel il donna le nom de *Lychnus* Ce genre remarquable, qu'on prendrait dans son jeune âge pour une Natice, devient héliciforme à l'état adulte, et son aspect primitif disparaît dans le dernier tour de la coquille, qui ne laisse plus paraître qu'obliquement les premiers tours de la spire.

Le *Lychnus ellipticus* trouvé par M. Matheron près de l'ancien manoir des Baux, a été recueilli par M. Renaux et par moi dans les terrains d'eau douce d'Orgon. Parmi les fossiles des environs de Rognac (Bouches-du-Rhône), qui m'ont été donnés par M. Lunel fils, employé au télégraphe de Vitrolles, j'ai été assez heureux pour trouver une nouvelle espèce de ce genre singulier. Je m'empresse de vous la faire connaître, en la dédiant à celui qui le premier nous a signalé ce genre.

Elle est tellement caractérisée, que quelques mots suffiront pour vous la faire distinguer. Le *Lychnus Matheroni* nob. diffère du *Lychnus ellipticus* par les mêmes caractères que le genre Carocole diffère du genre Hélice ; c'est un motif de plus pour faire supprimer définitivement le genre carocolle, que Lamarck n'avait créé que pour diminuer les nombreuses espèces du genre hélix, dont il ne doit former qu'une section.

L. ellipticus Matheron.

Testâ ellipticâ, ultimo anfractu rotundato. Les individus jeunes ou naticiformes ont environ 30 millim. de hauteur ; j'en possède pourtant un qui en a près de 60.

Dans l'état adulte ou héliciforme, ils ont environ 30 millim. de hauteur, et acquièrent, dans le grand diamètre du côté de la bouche, 80 millim. de largeur et 60 millim. dans le petit.

L Matheroni nob. *Testâ suborbiculatâ, ultimo anfractu acute carinato.* Je ne possède cette espèce qu'à l'état adulte ; elle a environ 15 millim. de hauteur, 40 millim. de largeur dans son plus grand diamètre, et 35 dans le petit.

Dans les deux espèces, les bords de l'ouverture sont réfléchis.

M. Matheron dit qu'il possède des individus de l'espèce qui vient d'être décrite par M. Requien, et qu'il les a trouvés dans les environs de Rognac. Il remercie M. Requien de l'honneur qu'il veut bien lui faire en lui dédiant cette espèce, qu'il avait lui-même décrite, dans son travail sous presse, sous le nom de *Lychnus carinatus*, et annonce qu'il changera cette dénomination, la description devant appartenir à M. Requien.

Séance du 15 *septembre* 1842

Tenue à Apt.

PRÉSIDENCE DE M. COQUAND.

M. Glaize père, adjoint, remplissant les fonctions de maire de la ville d'Apt, se félicite, au nom de ses concitoyens, de posséder pour quelques instants la Société géologique, et développe les avantages que doit retirer le pays de ses investigations.

M. le président le remercie, au nom de la Société, de l'accueil qu'elle reçoit.

M. Itier, secrétaire en l'absence de M. Matheron, rend compte de la course du 14 septembre, d'Aix à Apt.

La réunion géologique, dit-il, a suivi, en sortant d'Aix, le système de couches du terrain tertiaire qui comprend le gypse, et qu'elle avait déjà eu l'occasion d'étudier dans sa course au volcan de Beaulieu. En arrivant au village de Rognes, on rencontre le néocomien qui constitue le fond des bassins, tandis que sur les collines voisines il est immédiatement recouvert par la molasse marine; les caractères de ce néocomien sont d'ailleurs identiques à ceux des localités où cette formation a déjà été étudiée par la réunion géologique. Les marnes grises et bleues inférieures au calcaire blanc à *Chama ammonia* ont offert quelques échantillons de l'*Exogyra sinuata* et du *Spatangus retusus*.

Le niveau absolu de la molasse marine s'abaisse aux ap-

proches de Cadenet, village bâti sur cette roche. Dans sa partie supérieure la molasse abonde en débris de coquilles, parmi lesquelles on a remarqué plusieurs espèces de Pecten, l'*Ostrea virginica*, la *Perna quadrata*, des dents de Squales. Cette roche est elle-même recouverte un peu plus loin, vers le N., par un calcaire blanc lacustre qui paraît constituer le terme supérieur de la série tertiaire.

En pénétrant dans la couche de Lourmarin, qui traverse la chaîne du Luberon, on observe, de droite et de gauche, de vastes escarpements de grès vert dont les fragments prismatiques fixent l'attention du voyageur. Ce grès vert repose sur le néocomien supérieur; puis la molasse marine s'étend en recouvrement sur tout ce système crétacé. Au sommet de la montée qui domine Apt, on se trouve sur le terrain tertiaire lacustre à gypse; il nous a offert des empreintes bien conservées de poissons d'eau douce, compris dans une espèce de lignite papyracé; il y existe aussi des couches de lignite ordinaire. Ce terrain repose directement sur le néocomien supérieur qui, plus bas, devenant silicéo-ferrugineux, offre à la surface du sol une quantité considérable de *Chama ammonia*, de *Chama Lonsdalli*, de *Dicéras* et de coraux silicifiés. Comme les moules intérieurs en sont parfaitement conservés, ils pourront aider aux recherches zoologiques sur la forme des animaux qui ont habité ces coquilles.

M. Renaux rend ensuite compte de la course faite par la réunion géologique à Rustrel et à Gargas.

Je regrette, dit-il, que mon honorable ami M. Requien n'ait pu se charger de vous rendre compte des résultats de notre excursion; il aurait pu mieux que moi remplir cette mission; je vais toutefois tâcher de le suppléer, et de vous rapporter la série des observations que nous avons faites dans cette course.

Le bassin d'Apt, que nous venons de parcourir en partie seulement, a dû dès le premier coup d'œil vous présenter la plus grande analogie avec celui d'Aix, et par suite il aura plus d'un trait de ressemblance avec le terrain parisien, non pas dans tous les étages du terrain tertiaire, mais principale-

ment avec celui des calcaires marneux contenant les gypses.

Pour procéder avec méthode avant de tirer aucune conclusion, nous allons successivement faire la revue des divers terrains parcourus en suivant l'ordre de notre marche; nous nous bornerons à indiquer les faits qui ont été unanimement reconnus, et nous citerons, sans les juger, les diverses opinions qui ont été émises.

La discussion qui va s'ouvrir pourra ensuite résoudre certaines difficultés, et ramener peut-être la réunion à une seule et même opinion. Vous devez comprendre, messieurs, qu'il s'agit ici de la place que doivent occuper les marnes grises de Gargas. Mais n'anticipons pas sur les faits, et rapportons d'abord notre marche.

En partant d'Apt, nous avons remonté la rivière du *Calavon*, et nous avons suivi celle de l'*Adoua*, jusqu'au hameau des Jean-Jean, ayant à notre gauche la montagne de Notre-Dame-de-la-Garde, qui est terminée par un large plateau et à notre droite le groupe des montagnes qui se lient à celles de Caseneuve et de Saint-Martin.

Nous avons tous reconnu, Messieurs, que ces terrains sont des marnes et des calcaires feuilletés blanchâtres, quelquefois à bandes siliceuses qui constituent ici comme à Aix le système gypseux, formant l'étage supérieur de la formation moyenne d'eau douce.

Comme à Aix, on y trouve des Potamides, des Cyclades, des Paludines, des Planorbes, et des feuilles de Chamérops; dans un grand nombre de localités on trouve aussi des empreintes de poissons d'espèces identiques avec celles des plâtrières d'Aix, des insectes; enfin j'y ai trouvé moi même des fragments de carapace de tortue d'eau douce, au-dessous de la chapelle qui domine la ville.

Avec tous ces traits de ressemblance au bassin d'Aix, notre terrain présente cependant une particularité qui l'en écarte: c'est qu'il recèle des couches de lignite qui sont en exploitation à Saint-Martin et du côté de Viens, près de la commune de Sainte-Croix, tandis qu'à Aix, cet étage de terrain d'eau douce ne contient que les gypses. Du reste, ces gypses présentent absolument les mêmes caractères qu'à Gargas; ils

sont en couches légèrement ondulées et remplies par intervalle de cristaux lenticulaires; quelquefois les strates sont semblables à des stalagmites et présentent l'aspect d'un dépôt qui a été opéré au fond des eaux. Nous avons remarqué que, dans les parties où les couches sont épaisses, le terrain a la même tendance que dans celui de Paris, qui est de se fendre verticalement en grands prismes.

Je passe à l'étage inférieur, que vous avez appelé des *marnes rouges*. Nous sommes entrés sur ce terrain en arrivant dans le hameau des Jean-Jean, ce qui doit vous démontrer que tout le système plonge au midi vers le Calavon, et se relève à l'aspect du N. du côté de la grande chaîne de La-Garde. Mais il est à remarquer, messieurs, que cette inclinaison est à peine sensible au bord du Calavon, et qu'elle s'augmente progressivement en s'approchant de la chaîne secondaire, où elle atteint 14 à 15° environ; cela prouve que les couches tertiaires ont été entraînées lors du soulèvement des roches néocomiennes; nécessairement le mouvement a été plus violent au contact des montagnes que dans le milieu des vallées.

Nous avons d'abord remarqué, dans le système des *marnes rouges*, une masse de grès lustré ou quarz grenu qui s'y trouve intercalé et forme comme une crête qui sort çà et là dans la direction générale de la vallée, et que nous avons retrouvée à Notre-Dame-des-Anges.

Ensuite arrivés aux hauts-fourneaux de M. Gauffrédy, et après avoir examiné cette belle usine avec tout l'intérêt qu'elle mérite, nous avons pu voir sur la rive gauche et au niveau de la rivière l'*Adoua*: 1° une couche de marnes noirâtres de quelques mètres d'épaisseur, au-dessous de laquelle se trouve une assise de sable quarzeux (saffre) de couleur jaune verdâtre, qu'après quelque hésitation vous avez tous reconnu pour le gault. Je dis quelque hésitation, parce qu'en effet, ce n'a été qu'à notre retour de l'excursion au gisement du minerai de fer et après avoir vu les sables chlorités à *Bellemnites semicanaliculatus* (actinocamax), que nous avons été unanimes pour reconnaître le *gault* dans les marnes noires de Rustrel. Ces marnes noires et sable chlorité qui les recouvrent, indépendamment de la pente générale vers le S., s'in-

clinent de 6° à l'E. ; mais un peu plus bas en descendant la rivière, cette inclinaison tourne à l'O.; il faut donc la considérer comme accidentelle, c'est une oscillation du sol, un dérangement local, comme on en observe dans les calcaires blancs feuilletés en face de la ville d'Apt au bord du Calavon.

Nous avons ensuite visité le gisement principal du minerai de fer de Notre-Dame-des-Anges. Vous avez reconnu que ce minéral était venu pénétrer et empâter les sables irisés qu'il a enveloppés, et qu'il a formé un dépôt considérable au-dessus; que sa formation devait avoir eu lieu par injection ou surgissement au fond du lac, alors que le système des marnes rouges avait commencé, et qu'après l'achèvement du dépôt ferrugineux, les marnes rouges avaient encore continué jusqu'à l'époque des dépôts gypseux, seulement avec quelques modifications dans leur couleur qui, dans les couches supérieures, a une tendance à devenir verdâtre.

Il paraîtrait même par l'inspection des lieux que dans la période qui a suivi immédiatement le dépôt ferrugineux, il y a eu dénudation de cette masse, et que les galets de fer qui en ont été détachés par les courants se sont déposés par couches dans la série des marnes rouges ; c'est du moins ce que nous avons aperçu dans le grand ravin, en compagnie de M. Graff, ingénieur des hauts-fourneaux de Rustrel.

On retrouve aussi ces fragments ferrugineux sur les collines les plus élevées de la vallée, comme à Villers, à Saint-Philibert et du côté de Roussillon.

Nous avons dit, en parlant de l'étage qui nous occupe, qu'il était l'analogue de celui que la Société a exploré sur les bords de l'étang de Berre; il est donc à propos que je vous rappelle que nous avons tous recueilli dans le fond du grand ravin des dalles de calcaire blanc grisâtre, de contexture pisolitique, ayant une grande ressemblance avec les calcaires de Vitrolles, et occupant, comme dans cette localité, la partie supérieure de la formation.

C'est à la base des marnes rouges et presque au fond du ravin, que nous avons trouvé les sables chlorités que M. Graff a bien voulu nous montrer, et qui ont donné à la réunion le puissant avantage de trouver dans ce lieu un

point de repère des plus importants; car dans ce petit lambeau nous avons reconnu le grès vert remanié comme celui qu'on observe au lieu du *Gaspard* ou entre *Saint-Paul-trois-Châteaux* et *Clansayes* (Drôme), et nous avons pu ainsi rattacher ce point aux marnes noires de l'Adoua, qu'elles recouvrent et sur lesquelles vous étiez d'abord indécis.

En quittant Rustrel, la Société a paru convaincue que les marnes noires n'avaient pas été remaniées. M. Graff, qui a soutenu le premier cette opinion, a cité à l'appui une grosse Ammonite trouvée en creusant les fondations de l'usine, laquelle avait encore une partie de son test. Je ne partage pas en cela l'opinion adoptée, et malgré ce fait, je crois que les marnes noires ont été aussi soumises à un remaniement postérieur à leur dépôt. Tous les fossiles que j'y ai recueillis à Rustrel et à Saint-Julien viennent me confirmer dans cette pensée : ils sont tous siliceux, privés de test et parfaitement polis. Quant à la grosse Ammonite citée par M. Graff, je puis vous assurer qu'à Clansayes le même fait existe : les gros tronçons d'Hamites et d'Ammonites ont conservé leur test, tandis que tous les petits fossiles portent la trace évidente du mouvement des eaux dans un fond sablonneux qui les a usés et polis.

En nous rendant de Rustrel à la montagne de Gargas, nous avons vu à notre gauche la butte de *Saint-Julien*, dans les flancs de laquelle les marnes noires présentent un front de 40 pieds d'épaisseur et sont recouvertes par les sables chlorités, comme à Rustrel; nous avons traversé dans la plaine plusieurs ravins creusés dans les argiles grises, analogues à celles que nous devons voir plus tard à Gargas, et que vous avez pu remarquer à droite, s'appuyant par masses séparées sur la grande montagne de la Garde. On trouve dans ces argiles le *Belemnites semicanaliculatus*, accompagné d'Ammonites ferrugineuses, parmi lesquelles l'espèce *A. Dufresnoyi* domine. Ces argiles ne peuvent se confondre avec celles de Rustrel; celles-ci forment la pierre de taille des collines à gauche; nous les avons retrouvées à Villiers, au quartier de Saint-Philibert.

En remontant le coteau de la montagne de Gargas, nous

avons vu au quartier de Praréal que la dernière couche du système inférieur, dit des marnes rouges, est un sable quarzeux verdâtre, passant quelquefois à un beau vert intense, qui est couronné par une couche noire et bitumineuse contenant une grande quantité d'ossements de races perdues dans les débris desquels on reconnaît différentes espèces de *Paleotherium*, d'*Anopleotherium*, de reptiles, de tortues, genres qui sont identiques avec les fossiles du bassin parisien; on y trouve entre autres des dents et des mâchoires parfaitement semblables à celles que le célèbre Cuvier a publiées et qui provenaient de la montagne de Saint-Sébastien, dépendante de la chaîne des Vosges (département du Bas-Rhin) à quelques lieues de Strasbourg.

Tous les ossements de Gargas sont empreints de bitume et de couleurs noirâtres très foncées; en les exposant à l'air ils deviennent bleuâtres. Je suis tenté de croire que les ossements bleuâtres du cabinet de M. de *Lametherie*, dont parle Cuvier, page 554 du 6e volume des *Annales du Muséum d'histoire naturelle*, et dont il ne connaît pas l'origine, provenaient de Gargas.

Il paraît, messieurs, que la couche bitumineuse qui recèle les ossements a beaucoup plus d'analogie par sa nature minéralogique avec le système des marnes rouges qu'avec le système gypseux qui lui est immédiatement superposé; celui-ci, composé uniquement de calcaires blancs et feuilletés contenant des gypses, semble avoir été déposé au sein des eaux tranquilles, tandis que les couches sablonneuses si puissantes, et les dépôts de fragments roulés du système inférieur décèlent une autre origine et auraient été laissé par les courants, dont l'époque la plus énergique aurait été la dernière, celle qui a amoncelé tant d'animaux à la fois

Je sens qu'au lieu de me borner ici au récit de notre course, je m'écarte un peu de la règle que je m'étais d'abord imposée; mais vous excuserez, messieurs, cette digression, qui n'a d'autre but, en vous soumettant mes idées, que de les rectifier par vos savantes observations. Vous n'avez qu'un jour à donner au département de Vaucluse; permettez donc que nous en profitions pour éclaircir nos doutes. C'est sur-

tout en arrivant aux marnes, dites *néocomiennes*, de Gargas, que nous avons besoin d'entrer dans quelques détails. Depuis bien des années j'ai eu occasion d'explorer cette localité, et depuis l'auberge du Chêne jusqu'à Gargas, depuis Apt jusqu'à Goult et Fontanbis, j'ai examiné les marnes grises par lesquelles nous avons terminé notre course d'aujourd'hui. J'avais toujours cru, messieurs, que cette couche était une dépendance du gault, et faisait partie de l'étage inférieur de la craie proprement dite; cependant, depuis l'an dernier que j'ai eu l'honneur de me mettre en rapport avec le savant professeur qui préside cette assemblée, son opinion, qui est totalement contraire à ce classement, a fait naître dans mon esprit une certaine hésitation pour le maintenir. M. Coquand nous a montré aujourd'hui plusieurs points où les marnes grises recouvrent immédiatement les bancs du calcaire à *Chama ammonia;* il a maintenu son opinion, et regarde les marnes grises de Gargas comme une dépendance du calcaire à *Chama*, comme la plus haute couche du terrain *néocomien*. Il cite à l'appui de son opinion les fossiles caractéristiques, tels que les *Plicatules*, les *Exogyra Coulonii* et le *Belemmites dilatatus*. Quant à moi, messieurs, et mon système a été adopté par plusieurs d'entre vous, je pense que, par la nature de ses fossiles, presque tous des *Céphalopodes*, et par leur aspect minéralogique, les marnes grises de Gargas doivent être considérées comme le terme le plus inférieur du *gault*. Selon moi, c'est la seule partie de cet étage qui n'ait pas été remaniée; car, comme je vous l'ai dit plus haut, les marnes noires et sablonneuses de Rustrel et de Saint-Julien, contenant les mêmes plicatules usées et privées du test, ont été remaniées ainsi que les sables chlorités, qui, à cause de leur peu de consistance, l'ont été à un plus haut degré; au contraire, je ne trouve aucune analogie entre les animaux enfouis en si grand nombre dans le calcaire à *Chama ammonia;* la faune de cette époque a été complétement changée sur l'étendue considérable que cet étage de calcaire néocomien occupe depuis Genève jusqu'à la mer, depuis les Alpes jusqu'aux pieds des Cévennes. On n'y trouve que des Rudistes nombreux en espèces et en individus, quelques

Bivalves, quelques Oursins et des Univalves qui les accompagnent, mais pas le moindre vestige de *Céphalopodes*, si communs au-dessous et au-dessus de cette couche. J'ai exploré un grand nombre de localités à *Chama*, les environs de Donzère, le Sirre de Bouquet près d'Alais; Orgon, les Martigues, La Fare, la Fontaine de Vaucluse, Bedoin et Gargas; eh bien, messieurs, ce n'est que dans ces deux derniers lieux que j'ai trouvé les argiles grises en contact avec le calcaire à *Chama;* encore je trouve qu'elles remplissent simplement les dépressions du sol, et qu'elles comblent les anfractuosités de cette roche, dont le dessus est en général mal uni; partout ailleurs c'est la craie à Hippurites ou les couches tertiaires qui les recouvrent; il me semble que cela seul prouverait l'indépendance des deux terrains.

En résumé, je pense, messieurs, que la vallée d'Apt a été formée par le soulèvement probablement simultané de la chaîne du Ventoux et de celle du Lubéron. Le calcaire à *Chama ammonia*, que je considère comme la couche la plus moderne du terrain néocomien, forme le fond de la plaine et les flancs des deux chaînes; les argiles inférieures du *gault* reposent sur le terrain à *Chama*, et sont distribuées par lambeaux dans les parties les plus basses; elles sont très riches en fossiles, qui sont presque tous ferrugineux et accompagnés de pyrites globuleuses ou géodiques; au-dessus de ces argiles bleues et en concordance repose une marne calcaire jaunâtre assez bien stratifiée, dans laquelle se trouvent l'*Exogyra Coulonii*, d'énormes Ammonites, l'*A. Mantellii* et l'*Ancyloceras renauxianus* (d'Orb.), que l'on trouve dans une semblable position à la Bedoule, près de Cassis.

C'est au-dessus de ces couches que sont venus se déposer les grès verts remaniés que nous avons vus à Rustrel, à Saint-Julien et à Saint-Philibert, près le Villars.

Ensuite vient la série des terrains tertiaires, composés de deux étages, séparés par une couche de lignite ou de sables bitumineux contenant des ossements; l'étage inférieur est composé de sables et de marnes argileuses irisées de diverses couleurs, mais où le jaune, le rouge et le blanc dominent. C'est dans cet étage, messieurs, que la riche mine de

fer de Rustrel s'est déposée ; c'est dans le sein de ses couches que se rencontrent ces belles argiles figulines et ces sables quarzeux qui, depuis l'époque gallo-romaine, ont alimenté les nombreuses fabriques de poterie de la ville d'Apt. Il faut dire en passant que ces dépôts argileux ne sont pas toujours suivis et régulièrement stratifiés, mais qu'ils constituent bien plutôt des amas irréguliers plus ou moins puissants. En cela ils ont quelque analogie avec les brèches du Tholonet, que vous avez regardées comme un accident, une intercalation dans le terrain tertiaire; du reste, ces brèches du Tholonet se reproduisent dans la vallée du Calavon; on les trouve dans la commune de Goult en suivant la grande route; elles occupent la même position géologique qu'à Aix; leur puissance n'excède pas une dizaine de mètres, et on peut les suivre sur environ 2,000 mètres de longueur. C'est un dernier trait de ressemblance avec les terrains d'Aix.

L'étage supérieur du terrain d'eau douce est très bien stratifié; son plus grand développement est à l'E., où il s'étend dans le département des Basses-Alpes ; il s'arrête à Gargas et à Bonnieux ; dans le surplus de notre département, nous ne trouvons que des lambeaux peu étendus, comme à Vaucluse, à Pernes, Saint-Didier, Mormoiron et Crillon; on le retrouve au Barroux et sur le revers des montagnes de Gigondas et de Malaucène. Presque dans tous ces lieux il y a des indicés de lignite et de gypse; cette dernière matière donne lieu à des exploitations importantes à Malaucène, Mormoiron, Villeron et Gargas; quant aux couches de lignite, elles sont d'une faible puissance et ne peuvent s'exploiter avec avantage.

Dans la vallée de Gargas, nous n'avons pu voir, messieurs, la molasse coquillière ; c'est qu'en effet elle manque du côté de la grande montagne de la Garde; mais vous avez pu l'apercevoir de loin au-dessus de la ville d'Apt : elle est superposée au calcaire feuilleté d'eau douce et en stratification concordante; elle recouvre toutes les montagnes qui avoisinent la ville; la commune de Saignon se trouve bâtie sur sa couche la plus épaisse; on peut la suivre depuis Bonieux jusqu'à Auribeau, et ensuite en passant de l'autre côté de la vallée du Calavon, on la trouve à Saint-Martin-de-Castillon et au-

delà, jusqu'à Viens, village dont elle forme le sol. Il est à remarquer, mais sans pouvoir en expliquer la cause, que sur toute cette étendue, la molasse occupe une position presque horizontale, tandis que depuis Lacoste jusqu'à Manbre, les couches inférieures en contact avec le calcaire à *Chama ammonia* sont relevées au midi dans le sens de la montagne d'environ 40°. Ce relèvement extraordinaire n'a véritablement lieu qu'auprès du Luberon; car au milieu de la vallée, où passe le cours de la rivière, les couches de la molasse sont presque horizontales; elles vont expirer par une langue qui sépare la vallée d'Apt de la plaine du Comtat, au-dessous du village de Gordes, où elles reposent en se relevant sensiblement sur le calcaire à *Chama*.

Dans la vallée que nous avons parcourue, le terrain d'eau douce supérieur n'existe pas, non plus que les terrains de transport. Ici s'arrête ma tâche.

M. Coquand observe que M. Renaux suppose à tort que les terrains à gypse d'Aix ne recèlent pas de lignite; il cite plusieurs localités où on en trouve, ce qui ne fait que corroborer la similitude des deux terrains d'Apt et d'Aix.

Il ajoute qu'il est loin de partager l'opinion de M. Renaux au sujet du classement des argiles de Gargas. Nulle part, dit-il, on ne trouve ces argiles, si ce n'est sur le calcaire à *Chama;* de plus, elles sont caractérisées par la présence de plusieurs fossiles, tels que les *Plicatules*, et surtout par l'*Exogira Coulonii*. M. d'Orbigny, dans sa *Paléontologie française*, n'a pas hésité à classer ces marnes dans l'étage néocomien, comme il l'a fait de celles de la Bédoule, près de Cassis.

M. Coquand établit aussi que le calcaire à *Chama* n'a pas été inégalement soulevé, et que sa surface, assez unie en certains endroits, concorde parfaitement avec les marnes grises. Enfin il a trouvé dans ces marnes le *Belemnites dilatatus*. Ainsi les marnes de Gargas sont les marnes néocomiennes à *Belemnites dilatatus*, et ces marnes sont, dans les Basses-Alpes et le Var, supérieures au calcaire à *Chama ammonia*. Il ne peut donc admettre l'opinion de M. Renaux, qui regarde ces marnes comme la couche la plus inférieure du gault.

M. Itier prend la parole sur les faits observés dans cette course. Le calcaire blanc néocomien, dit-il, constitue, d'après les observations que j'ai publiées, la partie supérieure de cette formation dans l'E. de la France, en Suisse et en Savoie; c'est aussi le dernier terme naturel dans le Midi. Je regrette donc que quelques auteurs aient récemment compris dans la série néocomienne les marnes bleues que nous venons d'observer au moulin de Gargas, marnes qui reposent sur le calcaire blanc néocomien.

Et d'abord les fossiles que ces marnes renferment se rapprochent autant de ceux du gault que de ceux du néocomien; il est ensuite à remarquer que ce sont en partie les mêmes que l'on trouve dans les marnes formant la base du Gault à la perte du Rhône, point qui, décrit dès 1817 par M. Brongniart, sert naturellement de type pour la détermination des limites des formations. En effet, on trouve à la perte du Rhône, dans les marnes inférieures du gault, le *Nautilus neocomiensis* (d'Orb.), ces exogyres rondes, les *Belemnites minimus* et *semicanaliculatus;* plusieurs ammonites enfin que nous venons de rencontrer dans les marnes de Gargas, et qu'on observe aussi dans les marnes situées non loin de l'étang de Berre, presque en face des rochers des Trois-Frères, ainsi que dans les marnes de la Bedoule. Ces marnes sont, il est vrai, très développées en Provence, tandis qu'à la perte du Rhône elles ne présentent que 12 à 15 mètres de puissance; mais elles font partie les unes et les autres du gault (grès vert inférieur), et non de la formation néocomienne, qui doit s'arrêter au calcaire blanc à *Chama ammonia* inclusivement, non seulement parce que le caractère minéralogique du dépôt s'est modifié considérablement, mais encore parce que, entre le dépôt du calcaire blanc et celui des marnes, il y est survenu, sinon des dislocations, du moins des changements notables de niveau, qui avaient donné de nouvelles limites à la mer dans laquelle se sont déposées les marnes dont il s'agit, puisque le calcaire blanc néocomien était devenu, sur une foule de points, un rivage, ainsi que le démontre, entre autres localités, celle de la Fare, où, comme nous le fait remarquer M. Matheron, le grès vert à Hippurites repose immé-

diatement sur le néocomien à *Chama ammonia*, et où des lignes de trous de mollusques lithophages tracent la jonction des deux dépôts.

MM. Renaux et Requien appuient les conclusions de M. Itier, lesquelles concordent, disent-ils, de tous points avec les observations qu'ils ont faites en Provence. M. Renaux ajoute qu'il a remarqué partout que la surface du calcaire blanc du néocomien est plus ou moins ravinée et altérée à son contact avec les marnes grises, ce qui est encore à ses yeux une preuve que la succession de ces deux dépôts n'a pas été exempte de bouleversements.

M. Coquand insiste de nouveau sur l'identité de l'*Exogyra* de Gargas avec l'*Ex. Coulonii*, et s'en tient à sa première opinion; il trace sur le tableau une coupe systématique des terrains néocomiens qui place les marnes à *Belemnites dilatatus* au-dessous du calcaire à *Chama ammonia*.

M. Renaux répond que le calcaire à *Chama ammonia* lui a, au contraire, paru occuper toujours le haut de la série néocomienne, et il trace sur le tableau la coupe du *Serré de Bouquet* (Gard), localité très connue de notre collègue, M. Émilien Dumas. Le banc de calcaire à *Chama* occupe le sommet du mont et forme le revêtement de la pente occidentale; au-dessous, on trouve des marnes calcaires contenant des Bélemnites cylindriques et l'*Ostrea carinata*. Viennent ensuite les calcaires bleuâtres ou jaunes, caractérisés par le *Spatangus retusus* et le *Nautilus requienianus* d'Orbigny. Enfin on trouve à la base des bancs puissants de marne fossile d'un gris bleuâtre passant quelquefois au jaunâtre, qui alternent avec des couches de calcaire dur très bien stratifié. C'est dans cet étage qu'on trouve les *Belemnites dilatatus*, les *Ammonites ophiurus*, *A. crioceras*, *A. astierianus* et autres; on y trouve des *Aptychus* de la famille des *Imbricati* et la *Terebratula deltoïdea*. Je ne connais pas le terrain inférieur à cette couche marneuse.

M. Requien exprime la même opinion que MM. Renaux et Itier au sujet des argiles de Gargas, qu'il regarde comme étant du gault. Comme M. Renaux, il a parcouru toutes les parties du département où se trouve le calcaire à *Chama*, et

il a exploré particulièrement la vallée de Gargas. Il appuie son opinion sur cette opposition si marquée entre la faune des deux terrains, dont l'un est rempli presque exclusivement des dépouilles de *Céphalopodes*, d'animaux navigateurs, tandis que l'autre ne présente presque que des Bivalves adhérents aux rochers sur lesquels ils sont nés, et que jamais on n'y a trouvé le moindre débris de *Céphalopodes*.

M. Requien reconnaît, quant à la constitution géologique du pays parcouru, que la chaîne de la Garde et celle du Luberon se joignent au-dessous de la vallée, et que tous les systèmes des marnes, grès, argiles et calcaires d'eau douce que nous avons explorés dans la journée, reposent sur le *Chama ammonia*, mais qu'aucune couche marneuse ne se lie avec cet étage néocomien.

M. Michelin présente quelques observations au sujet des caractères des fossiles, tendant à soutenir l'opinion de M. Coquand quant à l'identité des espèces d'*Exogyra* de Gargas et des marnes néocomiennes; mais cependant, dans ses conclusions, cet honorable membre de la Société paraît se déterminer pour l'opinion qui regarde les marnes de Gargas comme un dépôt compris entre le grès vert et les calcaires néocomiens.

Séance du 17 *septembre* 1843.

PRÉSIDENCE DE M. COQUAND.

M. Coquand fait hommage de la thèse pour la licence qu'il a soutenue à la Faculté de droit d'Aix.

M. Matheron rend compte en ces termes de la course faite à Cassis.

La réunion géologique s'est rendue à Cassis hier, en traversant de nouveau la vallée de l'Arc pour arriver dans celle de l'Huveaune vers Roquevaire; de là, abandonnant la route qu'elle avait déjà suivie dans sa course à Mazaugues dans le département du Var, elle s'est dirigée vers Aubagne par Roquevaire, et a vu en traversant la vallée de l'Huveaune des lambeaux du terrain d'eau douce qui occupe le fond de cette

vallée, et qui, suivant ce que j'ai eu l'honneur de vous dire dans une des séances précédentes, me paraît être dans cette vallée l'équivalent de la molasse coquillière, dont il y a absence complète dans tout le bassin de Marseille.

Après avoir quitté Aubagne, la réunion s'est dirigée vers la *Bedoule*, ferme située dans le territoire de la commune de Roquefort, en suivant la route de la Ciotat, sur le bord de laquelle ladite ferme est située.

D'Aubagne à la Bedoule, cette route suit les contours d'une vallée profonde, étroite et profondément sinueuse au fond de laquelle elle est située.

Cette vallée est ouverte dans un calcaire compacte, dur, semi-cristallin, et remarquable par la grande quantité d'empreintes fossiles, appartenant très probablement au *Chama ammonia* et autres congénères.

C'est surtout en approchant de la Bedoule que ce fossile est extrêmement abondant.

Mais vers le milieu de la distance qui sépare Aubagne de la Bedoule, avant d'entrer dans le vallon de la *Masque*, la route serpente à mi-côte sur un coteau dont les roches mises à nu par les déblais faits pour l'ouverture de la route, ont un aspect tout particulier. Le calcaire est jaunâtre; il est bien plus marneux que celui qu'on rencontre, soit avant, soit après le point dont il s'agit. Nous y avons rencontré quelques fossiles, entre autres la *Gryphæa subsinuata*, Leymerie. J'ai rencontré là le *Spatangus retusus*, B (pl. VII, fig. 4, p. 449).

La discussion qui s'est élevée dans cette enceinte à l'occasion du terrain néocomien ne pouvait manquer de se raviver en présence de ce lambeau de terrain dont je viens de parler. J'ai persisté à placer ce terrain dans l'étage jurassique; mes savants adversaires y ont vu le terrain néocomien. Quoi qu'il en soit, nous sommes tous tombés d'accord sur un point, c'est que ce terrain était inférieur au calcaire à *Chama ammonia*, C (pl. VII, fig. 4, p. 449), et qu'il était l'équivalent de celui que la réunion a eu occasion d'observer lorsqu'elle s'est rendue à Apt.

En arrivant à l'extrémité du vallon de la Masque, la route cesse de monter; un plateau se présente qui est la partie

haute d'une petite vallée qui descend vers la mer, et qui finit à Cassis même.

Ce plateau, qui est dominé au S. par une chaîne de montagnes d'une composition géognostique toute différente de celle que nous venons de traverser, est le plateau ou la vallée de la Bedoule ou de Roquefort, dont le bord septentrional est formé par le calcaire à *Chama ammonia*, dont le fond est occupé par un calcaire tantôt jaunâtre et tantôt bleuâtre D et E, gisement ordinaire des *Ancyloceras*, du *Nautilus neocomiensis*, de l'*Ammonites consobrinus*, etc., etc., et dont le bord méridional, qui est fortement incliné, est formé par une très puissante assise F, de couches néocomiennes plus ou moins marneuses, couronnée par une assise calcaire G, que vous avez pu suivre jusqu'à Cassis, où elle vous a présenté tous les caractères paléontologiques du gault.

La localité de Cassis a vivement attiré votre attention. Vous avez vu, non loin de cette petite ville, au lieu dit Saint-Jean, sur le chemin de grande communication venant de Marseille, le calcaire à *Chama ammonia* parfaitement stratifié, et au-dessus, en stratification concordante, les calcaires marneux D et E (pl. VII, fig. 4, p. 449) de la Bedoule; puis en avançant vers Cassis, vous avez rencontré les marnes néocomiennes F, de la même localité, lesquelles, ainsi que tout le système néocomien, inclinent vers le S.-O., de manière qu'à Cassis même elles plongent dans la mer, après avoir formé la falaise dite du Château, dont le couronnement, formé par une puissante assise de grès et calcaire ferrugineux et chlorité, contraste singulièrement avec la base, formée de minces couches de marne et de calcaire marneux bleuâtres, qui sont identiquement les mêmes que les marnes et calcaires que vous avez étudiés à Gargas, dans les environs d'Apt.

Ces marnes A (pl. VII, fig. 5, p. 449) ne sont autre chose que la partie supérieure de l'assise F que vous avez vue à la Bedoule. Elles renferment la même espèce de Bélemnite que vous avez trouvée à Gargas. Dans la base, on rencontre l'*Ammonites nisus*, l'*Ammonites Martinii*, le *Toxoceras obliquatus*, et une foule d'autres espèces.

L'assise B a surtout fixé votre attention. D'un accord unanime cette assise a été reconnue par vous pour être le gault, et M. Itier a trouvé qu'elle présentait la plus complète analogie avec le gault de la perte du Rhône.

Or, je ne pouvais manquer de vous faire remarquer ce que cette assimilation si unanime, qui confirme celle que j'avais faite moi-même, présentait d'avantageux pour l'opinion que je me suis efforcé de soutenir, à savoir, que l'application trop exclusive de la loi de distribution des fossiles par étages distincts, pouvait conduire à des résultats les plus complétement erronés. J'ai dû vous dire ce que je repète ici, que le terrain que vous aviez devant les yeux était le seul des environs de Cassis qui eût fourni aux paléontologistes les intéressants fossiles qui ont été signalés ou décrits par M. d'Orbigny, lequel, vous ai-je fait remarquer, plaçait cependant ces fossiles tantôt dans la craie chloritée et tantôt dans le gault. J'ai dû vous rappeler que M. d'Orbigny plaçait le terrain de Cassis dans la partie moyenne de la craie chloritée. Or vous avez pu voir par la réunion des caractères géognostiques et paléontologiques que ce terrain était véritablement le gault.

Les caractères géognostiques sont patents. En effet, ce terrain repose sur une grande assise marno-calcaire formant suivant quelques uns les parties supérieures du terrain néocomien, et, suivant M. Itier, la partie inférieure du gault; au-dessus de lui arrive une assise marno-calcaire C, de plus de 120 mètres d'épaisseur, qui ne saurait être confondue avec l'assise A; car en suivant la route de la Ciotat, l'ordre de superposition est manifeste, et offre une assise calcaire atteignant souvent une puissance de 40 à 50 mètres qui est véritablement l'équivalent de la craie chloritée, caractérisée par des fossiles appartenant à des espèces autres que celles du gault de Cassis, et parmi lesquelles on peut citer une espèce d'Hippurites voisines de l'*Organisans*, la *Nerinea requieniana*, le *Pleurotomaria perspectiva*, etc., etc.

Ces deux assises, C et D, forment la belle falaise de la montagne de Canaille.

Vous n'avez pas eu assez de temps pour aller de Cassis

jusqu'à la Ciotat, et de là, jusqu'à la Cadière, dans le Var; mais si vous aviez pu faire cette course, vous auriez retrouvé successivement tous les étages crétacés que avez observés aux Martigues, et, partant des *marnes aptiennes*, arriver aux dernières couches des terrains crétacés formées à la Cadière, comme aux Martigues, par des myriades d'Hippurites, auxquelles sont associées un grand nombre d'espèces d'autres mollusques.

Ainsi, sous le rapport de la position géognostique, il ne saurait y avoir de doute : le terrain de Cassis occupe la position normale qui est assignée au gault.

Sous les rapports paléontologiques, la ressemblance n'est pas moins frappante : ainsi c'est là que MM. Négrel, Martin, Requien ont recueilli, comme je l'ai fait moi-même, les espèces suivantes dont quelques unes ont été recueillies par plusieurs d'entre vous, messieurs : *Ammonites Lyelli*, *latidorsatus*, *Mayorianus*, *Velledœ*, *avellana*, *inflata*, etc.

Eh bien, messieurs, ce qui est incontestable, c'est qu'à ces espèces bien reconnues pour appartenir au gault sont associées les espèces suivantes que M. d'Orbigny place dans la craie chloritée, *Turrilites costatus*, *Mitra cancellata*, *Avellana cassis*, *Natica cassisiana* et *matheroniana*, *Pleurotoma cassisiana*, etc.

C'est là, messieurs, un fait sur lequel j'ai dû appeler votre attention; car, je le répète, il est démonstratif, et fait voir combien pourraient être erronés les résultats d'une application trop exclusive de la loi dont j'ai parlé ci-dessus.

Ce n'est pas tout, la course que vous avez faite à Cassis en vous faisant connaître l'ensemble du système de couches qui est l'objet de la discussion élevée ici, dans cette enceinte, entre la plupart d'entre vous, messieurs, et moi, a pu vous faire bien comprendre ce que je pensais, lorsque, il y a quelques jours, je disais ici que le terrain de la Bedoule était identiquement le même que celui des Lattes, d'Escragnolle, de Caussoles, de Gigondas, etc., que M. d'Orbigny place au-dessous du calcaire à *Chama ammonia*, tandis que les terrains *comme celui de Cassis* sont supérieurs à ce

calcaire. C'est là, messieurs, une erreur matérielle contre laquelle je ne cesserai de m'élever, parce qu'elle ne tend à rien moins qu'à jeter la perturbation la plus complète dans les lois déduites des observations directes.

Ainsi on trouve à la Bedoule les *Nautilus neocomiensis*, *Ancyloceras simplex*, *Toxoceras honoratianus*, que M. d'Orbigny place dans les étages qui sont au-dessous du calcaire à *Chama ammonia*.

On y trouve, *associées* aux précédentes espèces, les *Nautilus requienianus*, *Ammonites consobrinus*, *Matheroni*, *Ancyloceras matheronianus* et *renauxianus*, etc., que M. d'Orbigny place au-dessus du calcaire à *Chama ammonia*.

Tout cela vient, je l'ai dit et je le répète, de ce qu'on a fait une assimilation erronée entre le terrain inférieur au calcaire à *Chama ammonia*, dont vous avez aperçu un lambeau B (pl. VII, fig., 4 p. 449) en venant d'Aubagne à Cassis, avec le terrain néocomien inférieur, d'où il suit que les neuf dixièmes des espèces que M. d'Orbigny cite dans ce qu'il appelle son terrain néocomien inférieur, ont leur gisement, non dans un terrain parallèle à ce lambeau B, mais dans un terrain qui est supérieur au calcaire à *Chama*, et qui est le correspondant du terrain de la Bedoule formé par les assises D, E et F (pl. VII, fig. 4, p. 449).

Je répète aussi que ce qui est incontestable, c'est que le terrain parallèle au lambeau B renferme quelques fossiles qui sont identiquement les mêmes que ceux qu'on trouve dans le terrain néocomien ; mais aussi ce même terrain a-t-il d'autres espèces qui lui sont propres.

Voilà tout autant de choses de fait, qui sont indépendantes de la question soulevée par moi au sujet du parallélisme des assises B et C (pl. VII, fig. 4, p. 449) avec les deux étages supérieurs jurassiques. Ce que vous avez vu en allant de Rognes à Apt, ce que vous avez vu à Cassis et à la Bedoule, vous a portés à admettre comme vrais les faits que je vous ai signalés. Or, c'est là l'important; toute la différence qui existe maintenant entre votre opinion et la mienne tient simplement à la manière d'envisager les choses. Je puis avoir tort,

mais je dis en résumé : rien en Provence ne présente les caractères des étages kimmeridien et portlandien; je retrouve en Provence le terrain néocomien parfaitement caractérisé; entre ce terrain et les dernières assises qui présentent les caractères des terrains jurassiques, il existe deux assises bien distinctes qui ont leurs caractères paléontologiques spéciaux. Pourquoi ne pourrait-on pas admettre que les deux assises équivalent aux deux étages supérieurs jurassiques?

Au surplus, je le répète, l'important était de préciser un fait, à savoir, que l'ordre de superposition que j'ai annoncé est exact, et que l'assimilation que je fais entre le terrain de la Bedoule, celui des Basses-Alpes et du Var n'est point erronée. Ce fait est admis, c'est là l'essentiel; le reste viendra plus tard, alors que les faits patents mieux appréciés, mieux connus, auront démontré que la loi de distribution des fossiles n'est point aussi exclusive qu'on a bien voulu le dire, et que, s'il est vrai que les caractères paléontologiques sont des guides sur la foi desquels on peut en général se reposer, il ne s'ensuit pas cependant que ces caractères soient absolus, et que de leur application exclusive ne puissent jamais naître l'erreur et toutes les conséquences funestes qu'elle entraîne avec elle.

M. Itier prend la parole, et dit que les opinions de M. Matheron au sujet du terrain ferrugineux de Cassis lui paraissent de la dernière évidence. Ce terrain présente tous les caractères du gault; et il est d'autant moins éloigné d'admettre cette assimilation, que dans la séance publique tenue à Apt, il a émis l'opinion, opinion qui a été partagée par plusieurs membres de la Société, que les marnes de Gargas, près d'Apt, qui ne sont autres, comme l'a dit M. Matheron, que celles qui forment la base de la falaise de Cassis, étaient la base du gault. Il est incontestable qu'il existe à Cassis des espèces identiques à celles du gault, et qu'elles y sont associées avec d'autres espèces qui ont été signalées pour appartenir à un autre étage crétacé.

M. Itier ajoute qu'il regrette très vivement de ne point connaître les terrains des Basses-Alpes et du Var dont vient

de parler M. Matheron ; que cette circonstance s'oppose à ce qu'il ait pu se former une conviction au sujet du rapprochement qui a été fait entre ces terrains et celui de la Bedoule; mais qu'en considérant, d'une part qu'on trouve en effet à la Bedoule des espèces que M. d'Orbigny signale dans le Var et dans les Basses-Alpes, et d'autre part la similitude qui a été en quelque sorte spontanément reconnue par M. Coquand au moment de son arrivée dans cette localité qu'il ne connaissait point encore, il est porté à croire que l'opinion de M. Matheron est fondée, et qu'en effet il serait possible que certaines couches que M. d'Orbigny place au-dessous du calcaire à *Chama ammonia*, fussent au contraire placées au-dessus de ce calcaire. Il est loin de vouloir contester ce fait, sur lequel, cela est évident, MM. Coquand et Matheron doivent avoir des idées plus complètes que les siennes. Mais de ce fait il ne suit nullement que l'assimilation que veut faire M. Matheron du calcaire à *Chama ammonia* au calcaire portlandien, puisse être admise.

M. Itier rappelle ce qu'il a dit dans la séance du 7 septembre pour combattre l'opinion de M. Matheron ; il ajoute qu'il croit devoir rappeler qu'il a consigné, comme rapporteur de la course géologique faite dans le département du Var, pendant les journées des 10, 11 et 12 septembre courant, des faits qui ne laissent à ses yeux aucun doute sur l'indépendance des formations jurassiques et néocomiennes en Provence.

1° Du calcaire néocomien formant les collines situées au S. du château de Montvert (Var) ; il repose immédiatement sur le muschelkalk.

2° De la coupe du terrain de Rougier à Mazaugues, de laquelle il résulte que le système crétacé, composé à la base du néocomien, et plus haut, sur divers étages, du grès vert, repose indifféremment sur le muschelkalk, les marnes irisées, le lias, ainsi que sur les étages inférieur et moyen jurassiques qui constituent l'escarpement de la montagne de Mazaugues, contre lequel le terrain crétacé est venu buter. Il est impossible de ne pas reconnaître que ce dernier s'est

déposé après une dislocation profonde et générale des formations antérieures, et qu'il n'y ait, dès lors, en Provence, comme dans l'E. de la France, identité de relations entre le jurassique et le néocomien.

M. Coquand prend la parole, et dit qu'il est tout-à-fait de l'avis de M. Matheron au sujet de l'identité absolue qui existe entre le terrain de la Bedoule, celui des Lattes et d'Escragnolles. Il dit que cette identité ne saurait être révoquée en doute alors qu'elle est déduite de la comparaison des caractères géognostiques et paléontologiques, alors qu'il est évident que des laves, comme à la Bedoule, sont superposées au calcaire à *Chama ammonia*, qui se présente dans toute la Provence avec la plénitude de ses caractères.

Il ajoute que, comme MM. Matheron et Itier, il admet que le terrain ferrugineux de Cassis est l'équivalent du gault, et qu'il croit que M. d'Orbigny a fait erreur en rapportant ce terrain à la craie chloritée; qu'il est incontestable qu'il existe à Cassis, dans une même couche, des fossiles considérés par M. d'Orbigny comme propre, tantôt au gault et tantôt à la craie chloritée; qu'il est incontestable que des faits nombreux prouvent qu'il serait imprudent de faire une application par trop absolue des caractères paléontologiques, car de cette application peuvent naître, comme sont nées en effet, des conclusions dont l'exactitude peut être contestée à plus d'un titre; mais que de ces faits à la conclusion à laquelle veut arriver M. Matheron, il y a un abîme, une révolution dans les principes admis; qu'il suffit que les assises que M. Matheron veut assimiler aux deux étages supérieurs jurassiques présentent quelques espèces crétacées, et il admet, avec M. Matheron, que ce nombre est fort restreint, pour que l'assimilation faite par M. Matheron ne puisse être admise; que ce fait seul doit suffire pour rapporter avec certitude les assises dont il s'agit à l'époque crétacée.

M. Coquand termine en disant que rien ne démontre qu'il n'existe pas en Provence les équivalents des étages kimméridien et portlandien; qu'il est vrai que ces équivalents, s'ils existent, ne sont point caractérisés comme ils le sont ailleurs, et notamment dans l'E. de la France; mais que de ce qu'on ne

rencontre point les fossiles caractéristiques du Kimmeridge ou du Portland, on n'en saurait conclure que deux assises qui renferment des espèces crétacées soient l'équivalent des étages supérieurs jurassiques.

M. Chamousset prend la parole et dit : Aux environs de Chambéry, on ne trouve aucune des parties supérieures du terrain crétacé que l'on observe, soit à la perte du Rhône, soit dans plusieurs autres parties de la Savoie. Ici le terrain tertiaire repose immédiatement sur le calcaire blanc à *Chama*. Du reste, le calcaire à *Chama* et les parties inférieures du terrain néocomien présentent la plus parfaite ressemblance avec le terrain néocomien du midi de la France, soit dans les caractères paléontologiques, soit aussi presque toujours dans les caractères lithologiques. On ne peut nullement douter de leur identité. Malgré l'éloquence et l'habileté avec laquelle M. Matheron a défendu son opinion sur les rapports de ce terrain avec les roches jurassiques, voici les motifs principaux qui ne me permettent pas de l'adopter : 1° Il y a un changement brusque et complet entre les fossiles du terrain jurassique et ceux du néocomien. 2° J'ai vu dans quelques parties du département de l'Ain, et M. Itier l'avait déjà reconnu pour tout ce département, que la formation néocomienne y couvre le fond des bassins formé par les montagnes jurassiques; que l'inclinaison de ses couches y est assez faible et toujours moindre que celle des roches jurassiques; qu'enfin on ne le retrouve jamais sur le sommet des montagnes du Jura. Il y a donc eu, entre les derniers dépôts jurassiques et les dépôts néocomiens, une de ces grandes révolutions qui changent la face d'un pays, et donnent naissance à des formations nouvelles. 3° A l'époque où les montagnes jurassiques se portèrent à une grande hauteur dans le département de l'Ain, ces mêmes montagnes restèrent en partie sous les eaux, dans les pays les plus rapprochés du Mont-Blanc et de la chaîne principale des Alpes : aussi retrouve-t-on le néocomien au-dessus du terrain jurassique, au sommet de plusieurs de nos montagnes les plus élevées; de sorte que le soulèvement principal de nos montagnes est postérieur à la formation crétacée, et même à la formation de la molasse

marine, comme M. Elie de Beaumont l'a très bien établi. Mais avant ce dernier soulèvement et avant le dépôt du terrain néocomien, les roches jurassiques, tout en demeurant en partie sous les eaux, furent plus ou moins inclinées. Le dépôt néocomien dut se faire en stratification discordante. On peut observer, en effet, cette discordance sur la montagne de Granier, où elle m'a frappé dans une ascension que j'y ai faite il y a deux ans.

Au-dessous du terrain néocomien se présentent les différentes assises du terrain jurassique, depuis l'oolite supérieure jusqu'aux premiers étages de l'oolite inférieure. En nous approchant de quelques lieues du côté des Alpes, nous retrouvons le terrain du lias, etc., mais avec le métamorphisme qui en a changé tous les caractères.

M. Matheron, répondant aux diverses objections qui viennent d'être présentées, dit que la discussion est arrivée à un point qui permet d'espérer une prochaine solution de la question qui le sépare de ses confrères.

J'ai répondu dans une des séances précédentes, dit-il, pour ce qui était relatif à la course faite aux environs de Mazaugues, et j'ai fait voir par la fig. 3, pl. VII, p. 449, que la dislocation dont vient de parler M. Itier était postérieure au dépôt néocomien au lieu de lui être antérieure.

J'ajoute que nous ne pourrons jamais nous entendre tant que nous n'adopterons pas un même mot pour exprimer une même chose, et qu'il doit être bien entendu, dans tout ce que j'ai dit et dans tout ce que je dirai, que, par terrain néocomien, j'entends tout ce qui est supérieur au terrain à *Chama ammonia*, et, par conséquent, tout ce qui, par erreur, a été placé au-dessous de ce calcaire, tels que les terrains des Lattes, d'Escragnolles, de Gigondas, etc.

Que tout, on le voit bien maintenant, consiste dans l'application d'une loi considérée par les uns comme absolue et invariable, tandis qu'elle est considérée par moi comme ayant été déduite d'observations trop restreintes; que mon opinion tend à établir qu'en Provence il y aurait en quelque sorte fusion entre les terrains jurassique et crétacé, les premiers cessant d'avoir les caractères ordinaires à partir du

coral-rag inclusivement. C'est là une opinion qui n'est point admise par vous, messieurs, et cependant j'espère bien en démontrer plus tard la vérité par un des faits qui ne sauraient manquer de me venir en aide.

Pour le moment, je le répète, mon but est atteint. Vous avez admis l'ordre de superposition que j'ai signalé; vous avez restitué à la Provence le terrain jurassique dont l'avaient dépouillée un grand nombre de géologues; vous avez reconnu que c'est à tort que certaines couches néocomiennes avaient été placées au-dessous du calcaire à *Chama ammonia;* vous avez reconnu l'identité de la partie supérieure du terrain néocomien de Cassis avec celui d'Apt; à Apt vous avez reconnu qu'il y avait une sorte d'indépendance entre les marnes aptiennes et le calcaire à *Chama*, puisque les marnes ont été déposées sur ce calcaire disloqué et corrodé.

Ce sont là tout autant de jalons d'attente; le reste viendra plus tard, alors que des faits auront fait reconnaître, par le plus grand nombre des géologues, qu'on s'est peut-être un peu trop hâté de faire une application exclusive de certaines lois déduites d'observations faites sur des localités peu distantes les unes des autres ou d'observations incomplètes et erronées.

M. Matheron donne communication d'un travail sur les rudistes de la Provence.

Il établit les différences qui existent entre les Hippurites et les Radiolites, qui ont été confondues dans un même genre par M. Goldfuss. Suivant M. Matheron, les Hippurites ont toujours à l'intérieur trois côtes longitudinales dont la forme, la saillie et l'écartement sont constamment les mêmes dans une même espèce, et qui, pour cette raison, peuvent être pris pour caractères spécifiques. Dans ce genre, il existe toujours deux sillons externes qui sont souvent peu visibles, alors surtout qu'on étudie des espèces chargées de plis longitudinaux.

Dans les Radiolites, au contraire, il n'existe qu'un pli intérieur qui est peu saillant, et qui ne forme nullement sur le moule intérieur les lobes qu'on observe sur les moules d'Hippurites.

M. Matheron présente ensuite les caractères des genres

Plagiopthycus et *Monopleura*, qu'il a créés, et termine en renvoyant pour les détails à son mémoire qui est sous presse, et dont une partie a été déposée sur le bureau dans une des séances précédentes.

M. Michelin, au nom de la Société géologique, fait hommage à la ville d'Aix des Mémoires publiés par elle. Ces Mémoires sont déposés sur le bureau.

M. J. Teissier lit le discours suivant :

Messieurs,

Lorsqu'on vous a annoncé que la Société géologique de France allait arriver au milieu de vous, vous avez cru peut-être voir une grave académie en corps, et recevoir les hommes les plus éminents de la science : il n'en est point ainsi. La Société géologique de France se compose de 490 membres qui ne peuvent voyager ensemble, et la plupart de ceux qui, dans son sein, sont maintenant arrivés à une célébrité justement méritée, ne s'exposent plus volontiers aux fatigues des courses géologiques ; car, plus que toutes les autres, nos investigations réclament des sujets jeunes et vigoureux.

Qu'est-ce donc que la Société géologique, et que sommes-nous nous-mêmes? C'est ce que je vais vous expliquer en peu de mots.

La Société géologique est une association libre, formée en 1830 par une réunion d'amis de cette belle science, qui voyaient avec peine qu'elle n'eût encore, en France, ni foyer d'émulation, ni journal pour organe.

Dès son institution, le gouvernement reconnut son importance et la déclara un établissement d'utilité publique. Cependant il ne lui a jamais donné aucun secours pécuniaire, et les dépenses de la Société ne sont couvertes que par les subventions volontaires de ses membres.

Avec cette seule ressource, elle s'est donné un local à Paris, toujours ouvert aux amis de la géologie, où elle a déjà formé une belle collection de roches, de minéraux, de fossiles, nécessaire pour faciliter l'étude et les progrès de la

science. Ce qui concerne la France est ce que l'on a réuni avec le plus de soin ; cependant on possède aussi de belles suites de minéraux, de roches et de fossiles étrangers. Toutes ces richesses ont été ramassées sur les lieux par la Société, ou proviennent des dons généreux de ses membres disséminés sur toute la surface de la France et du globe.

De pareils dons ont aussi permis de former une bibliothèque déjà remarquable, et qui, dans quelques années, sera sans contredit la plus riche de la France en ouvrages spéciaux.

Tous les amis de la science qui demeurent à Paris, et tous ceux qui n'y font qu'un séjour momentané, s'ils sont membres de notre Société, trouvent constamment à leur disposition un local, de belles collections, une riche bibliothèque, qui sont notre propriété commune.

De plus, la Société se réunit tous les quinze jours; et là, les questions les plus intéressantes, les plus élevées de la science, sont discutées, sont approfondies dans cet institut spécial par l'élite des géologues.

Mais la Société ne devait pas se borner là, et son influence devait s'étendre hors des limites de la capitale pour entretenir des rapports fructueux et suivis avec les savants de la France et des pays étrangers; elle a créé, sous le titre de *Bulletin*, un journal spécial, le seul qui se soit jamais soutenu en France. Elle a fait plus, et les travaux importants trop développés pour paraître dans le *Bulletin*, sont recueillis dans des *Mémoires*.

Douze volumes in-8° de Bulletins parus en douze ans, cinq volumes in-4 de Mémoires ornés de cartes, de planches, de figures, attestent l'activité d'une Société qui n'a pas dépensé, en douze ans, moins de 150,000 fr. fournis par elle-même, et dans l'intérêt de la science à laquelle elle s'est dévouée.

A tous ces moyens de succès et d'action, un dernier moyen manquait, la Société l'a organisé. On sait que ce qui retarde surtout les progrès de la géologie, c'est la diversité dans la synonymie et dans le classement des roches et des terrains. Sans une langue commune, sans les mêmes noms appliqués

aux mêmes objets, les plus savants ne peuvent s'entendre. Il faut donc fixer le langage; mais pour cela, il faut voyager, voir en commun et sur place : les correspondances, les affiliations sédentaires ne suffisent pas. Il faut des missionnaires qui voient, qui prononcent et convertissent. Nos congrès annuels ont été fondés.

Vous le voyez, messieurs, la Société-mère a fait de belles choses, et nous apportons, nous aussi, notre pierre à l'édifice. Nous sommes ses missionnaires, ses délégués qui, tous les ans, parcourons les provinces, pour voir, comparer et faire adopter une synonymie, un classement communs. C'est sur les points où des questions importantes et vivement contestées se débattent que la Société nous achemine.

Elle fait un appel au zèle de tous ses membres, et ceux qui y répondent se dirigent vers le point à examiner. Cette année, elle a de plus envoyé son agent afin de recueillir pour ses collections les échantillons convenables. C'est ainsi que douze réunions et explorations scientifiques ont déjà eu lieu sur autant de points éloignés et différents de la France et de l'étranger.

Nous ne nous annonçons pas avec fracas, nous tenons peu au brillant de nos réunions: nous sommes une Société d'utilité et de travail.

Vous avez vu si nous nous sommes acquittés de notre mandat avec zèle. En dix jours nous avons fait plus de cent lieues, dont au moins la moitié à pied, à travers des rochers et des ravins, franchissant les montagnes les plus élevées, sous le soleil de la Provence, et chargés de fossiles et de minéraux qui malheureusement sont plus lourds que les insectes et les fleurs. Notre zèle se soutient parce qu'il résulte de notre amour pour la science; il est ardent, parce dans la Société tout est spontané et volontaire.

Dans chaque localité, et sans sortir du cercle de nos confrères, nous trouvons des aides précieux, des guides sûrs, qui nous évitent les fausses routes, les tâtonnements, et dont les lumières et la loyauté nous communiquent sur-le-champ des connaissances qu'ils n'ont acquises que par de longues années de courses et de réflexions.

A la vérité, nous ne sommes pas toujours aussi bien favorisés que nous l'avons été dans cette réunion, où nous avons eu pour conseils et pour guides dans les Bouches-du-Rhône, MM. Coquand et Matheron; dans le Var, MM. Doublier et Coquand; dans Vaucluse, MM. Requien et Renaux.

Honneur à ces investigateurs habiles et persévérants qui ne nous ont presque laissé que la tâche d'approuver leurs travaux et leurs idées !

Quand les délégués de la Société, quand les géologues qui se joignent à nous sur les lieux ont décidé une question, on peut la regarder comme jugée. — Nous sommes compétents et nous avons autorité; car nous sommes trop nombreux, venus de points trop différents, et nous avons des vues scientifiques trop diverses, pour que nous puissions adopter à l'unanimité comme vraie, une opinion qui ne le serait pas. Indépendance réciproque, absence de mêmes idées préconçues, voilà la garantie de la justesse de nos discussions.

Lorsque quelque point présente encore du doute, lorsque des opinions diverses sont soutenues et qu'on ne peut se convaincre; alors les géologues explorateurs dessinent les coupes, ramassent les échantillons et dressent un rapport exact des opinions et des faits, afin que, sur le tout, décision solennelle soit prise plus tard à Paris, en concile général, par les pères de la doctrine.

Il ne s'est présenté pour vous, dans nos explorations de cette année, qu'une seule question sur laquelle nous n'ayons pu réunir l'unanimité. Le membre dissident a défendu son opinion avec trop d'esprit et de science pour être jugé par nous sans appel : la question des terrains de Mazaugues est réservée pour la Société générale.

Le bassin d'Aix et les terrains analogues étaient déjà très connus; mais par suite de notre excursion et grâce aux travaux de MM. Coquand, Matheron, Requien et Renaux, dont nos bulletins contiendront une histoire exacte, vous pourrez maintenant, messieurs, parfaitement connaître votre sol, qui sera désormais classique.

La Société géologique, généreuse jusqu'ici dans ses affiliations, s'est agrégé tous ceux qui l'ont assurée de leur zèle

pour la science. Centre commun, elle a dirigé, elle a instruit la génération qui se formait, et elle a ainsi couvert, sous les auspices des noms déjà connus, la France entière de jeunes et ardents adeptes.

Nous comptons en moyenne quatre ou cinq confrères par département ; c'est assez pour que la France soit bientôt entièrement connue et exactement décrite : c'est là notre but.

En même temps que nous attirions à nous une jeunesse ardente, les hommes connus ou éminents dans la science nous accordaient leur patronage et leur adhésion, de sorte que dès le principe la Société réunit tout ce qu'il y avait de réputations brillantes dans la science, tous ceux qui travaillaient et tous ceux qui désiraient travailler à l'agrandir : aussi, sous de tels auspices, un mouvement salutaire se fit bientôt remarquer, des recherches commencèrent de toutes parts, et les travaux les plus intéressants furent publiés dans notre Bulletin et dans nos Mémoires.

Nous espérons, messieurs, que cette activité ne se ralentira pas ; que les travaux de la Société deviendront plus importants encore ; que son utilité, et ce qu'elle a d'avenir dans ses institutions et dans son sein étant connu et apprécié, chacun de ses membres recueillera la portion proportionnelle d'estime qui doit lui revenir, et qui redoublera encore son zèle et son amour pour la science.

Quant à nous, messieurs, nous n'avons rien à désirer parmi vous ; votre accueil a été trop flatteur, et vos relations avec nous trop bienveillantes, pour que nous n'ayons pas à nous en féliciter et à consigner ici le témoignage public de notre reconnaissance.

Après ce discours, M. Coquand présente le résumé des opérations de la réunion, et s'exprime en ses termes :

Messieurs,

Les réunions qui se forment au nom de la science ne sont point de vaines distractions destinées à satisfaire une simple curiosité ; elles ont pour but d'élever l'âme dans les hautes régions de la philosophie, et de lui faire embrasser les lois

qui ont présidé à l'arrangement du monde. Elles offrent aussi l'inappréciable avantage de mettre en contact des hommes éminents, de faciliter l'échange des idées et de consolider les bases de l'édifice scientifique. Vos travaux auront du retentissement au-dehors; et si les questions que vous avez traitées avec tant de sagacité passent inaperçues aux yeux de ceux qui ne savent tenir nul compte des efforts à l'aide desquels vous parvenez à les résoudre, elles puiseront dans l'approbation des savants qui vous lisent et que vous éclairez, tout l'intérêt qu'elles commandent. Permettez-moi, Messieurs, de les résumer, et de vous rappeler sommairement les faits qui ont plus spécialement fixé votre attention.

Formation triasique.

La course de Rougier et de Mazaugues vous a montré la succession de presque tous les terrains de la série secondaire, depuis les grès bigarrés jusqu'aux grès verts à Hippurites. Le trias s'y trouve représenté par les grès bigarrés qui affluent dans les contours extérieurs de la butte basaltique de Rougier, ainsi que sur la route de Saint-Maximin à Pourcieux, par le muschelkalk et les marnes irisées. Le calcaire coquillier avec ses fossiles caractéristiques ne vous a laissé aucun doute sur son identité avec celui de Lunéville et du grand-duché de Bade.

Formation jurassique.

La grande formation jurassique que vous avez étudiée dans les montagnes de Mazaugues et dans la vallée de Vauvenargue, reposant directement sur le trias en concordance de stratification, vous a offert la série complète des divisions que l'on a établies dans le nord de l'Europe. Le lias s'y dévoile avec ses *Gryphea arcuata*, ses *Plagiostoma giganteum*, ses *Spirifer Walcotii*, ses *Belemnites apicicurvatus;* le jurassique inférieur avec ses *Pholadomya Murchisonii*, ses *Ammonites Perkinsonii* et *macrocephalus*, ses *Terebratula perovalis* et *digona;* l'étage moyen, l'*oxford-clay*, celui qui a pris

peut-être le plus grand développement, et dont les environs d'Aix et de Riant présentent de si belles coupes, rappelle par la couleur de ses marnes et l'abondance de ses fossiles les contrées classiques du Doubs.

Quelques uns d'entre vous, messieurs, ont reconnu dans les calcaires qui surmontent l'oxford-clay, le représentant des étages supérieurs, les calcaires coralliens, le portlandien et le kimmeridien, et admettent par conséquent l'existence de la série jurassique complète. Il serait à désirer que la présence de fossiles caractéristiques vînt apporter la démonstration de cette induction.

Formation crétacée.

Cette formation a occupé longtemps votre attention. Nulle part, dans l'Europe, la partie inférieure ne se montre avec plus de puissance et d'étendue que dans nos contrées. Vous avez reconnu dans les calcaires à *Chama* un horizon qu'avait déjà découvert M. Elie de Beaumont, et qui vous a permis de tracer une division bien tranchée entre les étages néocomiens et ceux des grès verts. La coupure naturelle que vous avez suivie depuis Rognes jusqu'à la Durance vous a montré tout le développement des marnes ferrugineuses qui constituent la base inférieure du système : c'est le calcaire à *Spatangus retusus*. Au-dessus viennent les calcaires à *Chama*, dont la position est bien déterminée, et dans laquelle M. Matheron a eu occasion de mentionner un nouveau genre de *Rudistes*; vous en avez étudié tous les accidents à la Fare, aux Martigues, à Cassis, et dans les environs d'Apt, où un de nous a signalé un gisement fort curieux de chames siliceuses.

Les marnes noires de Gargas, les marnes bleues de la Bedoule, près de Cassis, identiques à celles de Lioux et du Vergone dans les Basses-Alpes, constituent un étage bien défini, constamment assis sur les calcaires à *Chama*. Je ne mentionnerai que pour mémoire les beaux genres de Céphalopodes que l'on y a trouvés, et à la découverte desquels se trouve attaché le nom de tous les géologues du Midi.

A Rustrel et à Cassis le gault de la perte du Rhône vous a

été dévoilé par la présence des *Inoceramus sulcatus*, des *Ammonites Velledæ*, etc. La liaison qui existe entre le gault et les marnes noires de Gargas, et d'un autre côté leur position sans passage minéralogique sur les calcaires à *Chama*, ont entraîné quelques uns de nos collègues dans l'opinion que les marnes de la Bedoule et de Gargas étaient une dépendance du gault plutôt qu'un étage néocomien. Si dans les environs de Gargas, et surtout au moulin de Salignan, ce fait est incontestable, il faut convenir qu'aux Martigues, et surtout à la Bedoule, le passage des calcaires aux marnes s'opère par des transitions bien ménagées, et il me semble alors qu'il est plus rationnel de faire commencer les étages néocomiens immédiatement après le gault, c'est-à-dire au point même où dans l'Angleterre et le nord de la France se terminent les terrains crétacés.

La coupe des rochers des Trois-Frères, sur l'étang de Berre, les environs de la Fare, le val de Bloucares au N.-E. de la Sainte-Beaume, la vallée de Sainte-Zacharie au château de Montvert et à la montagne de la Pomme, vous ont présenté les grès verts avec une épaisseur énorme, caractérisés par les *Hippurites*, les *Radiolites*, les *Nérinées*, les *Polypiers* et les *Nummulites*.

Les rapports de ces divers étages crétacés avec les terrains jurassiques vous ont été clairement expliqués par la discordance qui existe entre ces deux formations dans les environs de Mazaugues, et qui, suivant moi, se rattache au soulèvement de la Côte-d'Or. Il est vrai que, sur beaucoup d'autres points, il existe une concordance ; mais la différence des animaux fossiles permet toujours d'établir la séparation.

Vous avez eu l'occasion de constater dans les gypses secondaires d'Auriol et de Roquevaire, et dans les dolomies de Rougier, des environs de Marseille, les traces de l'action métamorphique des agents ignés. Dans le mémoire que j'ai eu l'honneur de vous lire sur les mélaphyres du Var, j'ai cru pouvoir rattacher à la sortie de ces roches la conversion du calcaire en gypse et en karsténite.

Formation tertiaire.

Si les terrains secondaires offrent un intérêt si puissant en Provence, les terrains tertiaires ont été considérés par vous comme le type des formations de l'époque géologique qui a précédé l'apparition de l'homme sur la terre. La vallée de l'Arc, vous l'avez reconnu vous-mêmes, est la contrée classique où on doit les étudier; ils se laissent diviser en cinq étages distincts, caractérisés par des différences soit dans leurs éléments constitutifs, soit par la nature du milieu dans lequel ils ont été déposés.

1° Le premier étage, celui à lignite, a commencé à encombrer les dépressions laissées entre les chaînes secondaires soulevées. Fuveau, Tretz, Gréasque, Gardanne les Pennes, Martigues et Condoux, ont été et sont encore l'objet d'exploitations importantes; le lignite qu'on en retire s'impose à tout le Midi. L'épaisseur de ce système n'est pas moindre que 380 mètres; on y recueille des coquilles d'eau douce, dont les plus caractéristiques sont des Cyclades, des tortues et des crocodiles.

2° Le second étage, qui lui succède immédiatement, est généralement composé d'argiles rouges avec alternance de calcaires, dont la montagne de Cengle et les escarpements de Vitrolles offrent des coupes instructives. C'est au milieu d'elles que gisent les brèches du Tholonet, fameuses par leur puissance, par le mode de leur formation, et leur emploi dans les arts.

3° Les calcaires marneux blancs qui dominent la plaine de Saint-Mitre, et se prolongent jusqu'à la Durance, forment le troisième étage lacustre, remarquable par les fossiles curieux qu'on y trouve. Les insectes, les poissons, les palmiers qui en proviennent font l'ornement de tous les cabinets d'Europe.

4° Après le dépôt de ce système de couches au fond du lac, survint un soulèvement qui en déchira les bords et permit à la mer tertiaire d'envahir une partie de nos vallées, telles qu'elles existent encore aujourd'hui; alors se précipitèrent les molasses marines où foisonnent les coquilles et les huîtres, et dont le littoral est encore tout dessiné sur les

collines des environs d'Aix. Il vous a été facile de rectifier d'après nos indications la grave erreur commise par un géologue, qui avait vu dans les grès à *helix*, qui ne sont autre chose qu'une molasse marine, une formation d'eau douce.

5° Lorsqu'à la suite d'un nouveau soulèvement, la mer se fut retirée des régions que nous avons visitées, les terrains d'eau douce, mais bien moins développés que ceux que nous avons étudiés en dessous de l'étage marin, couronnèrent quelques points de molasse, et formèrent quelques buttes dont la Rotonde près d'Aix vous a donné un exemple; mais l'extension qu'ils ont prise sur la berge droite de la vallée de la Durance fut plus considérable, car elle comprend les collines de calcaires marneux qui s'élèvent graduellement depuis Cadenet jusqu'au pertuis de Mirabeau. N'oublions pas de mentionner que c'est au milieu d'eux, à Cucaron, que reposent les restes enfouis de l'*Hipparium*.

Telles sont les divisions que vous avez admises avec nous pour les terrains tertiaires, dont la puissance et l'étendue ne reconnaissent point de rivales dans leurs analogues en Europe. La course d'Apt a permis de compléter les rapprochements déjà établis; elle nous a aussi éclairés sur l'existence de sources ferrugineuses, pendant l'époque où se déposaient les argiles rouges. Les gisements gypsifères des environs d'Apt se recommandent par deux particularités qui ne se sont pas manifestées dans le bassin de l'Arc: la présence de combustibles fossiles, et l'existence de mammifères éteints, dont l'analogie avec ceux qui vivaient à Paris à la même époque est incontestable : fait important qui permet de constater l'existence d'un seul et même continent depuis le nord de la France jusque dans le Midi dans cette période reculée.

Nous nous estimons heureux que leur étude ait servi à dissiper les doutes qui existaient encore dans la détermination des terrains de la Savoie et de l'est de la France, et que MM. Itier et Chamousset rapportent sans hésiter aujourd'hui aux divisions du bassin de l'Arc.

L'étude des terrains ignés n'a pu s'étendre à la contrée intéressante du Var, dont je vous ai lu en partie la descrip-

tion géologique; cependant les volcans éteints de Beaulieu et de Rougier ont été l'objet d'investigations sérieuses, et il nous a été flatteur de vous voir partager sans restriction les idées que nous avons publiées et professées sur leur constitution. Le premier de ces deux gisements vous a présenté le concours de deux genres de phénomènes opposés dans la production des roches, c'est-à-dire la sortie d'un volcan au milieu d'un lac en enfantement de calcaires et de marnes. Je ne répéterai point ce qu'il offre de vraiment utile pour l'appréciation de son âge; le compte rendu de vos travaux l'a dit avec tous les développements nécessaires (1).

Tel est en résumé le produit de vos investigations personnelles pendant le congrès qui nous a réunis à Aix et qui vous a toujours vus à l'œuvre, malgré les fatigues causées par les marches dans les montagnes et par la chaleur. L'unanimité de vos opinions servira à fixer les points de science encore flottants sur la valeur des caractères géologiques, par rapport à la succession des terrains secondaires et tertiaires et à leur démarcation. Leur histoire peut être regardée aujourd'hui comme complète; et si, jusqu'ici, pour en ex-

---

(1) L'envoi tardif des procès-verbaux de la réunion extraordinaire de septembre 1842, fait en trois fois, et à plusieurs mois de distance, par M. Matheron, et la dernière seulement en août 1843, plus de six semaines après la clôture des réunions ordinaires de la Société, a rendu impossible la lecture complète des procès-verbaux devant les membres de Paris, conformément à l'usage généralement suivi depuis la fondation de la Société. L'impression du premier tiers, déjà opérée lorsque les deux autres sont arrivés, et les réclamations de plusieurs membres sur la manière dont leur opinion était reproduite, ont forcé d'intervertir en partie l'ordre des discussions et donné lieu à quelques redites.

MM. les membres de la Société qui voudront bien à l'avenir se charger de la rédaction des procès-verbaux des réunions extraordinaires, sont instamment priés de les adresser au secrétariat au plus tard dans le mois de novembre qui suit l'époque de la réunion. Ils sont également priés de vouloir bien, tout en reproduisant avec fidélité les communications verbales et les discussions qui s'élèvent au sein des réunions, éviter les développements oratoires auxquels peut entraîner l'improvisation, et ne présenter des opinions de chacun qu'une analyse succincte, afin de ne point donner aux procès-verbaux une longueur démesurée.

(*Note de M. Angelot, secrétaire.*)

primer les traits principaux, je n'ai eu à invoquer que ma propre expérience et les lumières de mon savant ami, M. Matheron, désormais ce sera avec le caractère imposant de votre science que je la déroulerai au public.

Vos travaux, messieurs, ont excité la sympathie générale; l'accueil qui vous a été fait par le public de la ville d'Aix, les démonstrations officielles du corps municipal d'Apt, ont témoigné de l'intérêt général qui s'attache aujourd'hui à la géologie. Vous n'oublierez pas la généreuse attention avec laquelle la compagnie des salins de Berre a mis pendant deux jours son bateau à vapeur à notre disposition; vous n'oublierez pas non plus les réceptions empressées de MM. de Galiffet et de Saporta; j'ai des remerciements publics à adresser à l'académie d'Aix pour le concours que nous ont prêté les membres qu'elle a délégués, et à vous, messieurs et chers confrères, pour l'honneur que vous m'avez fait en m'appelant à vous diriger dans vos courses et à présider vos séances.

BRITISH MUSEUM

TABLEAU INDICATIF
DES DONS
REÇUS PAR
LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE,

depuis le 10 *septembre* 1841 *jusqu'au* 12 *septembre* 1842.

DONATEURS.	Ouvrages, cartes, coupes, portraits, etc.
MM.	
ABICH	*Geologische*, etc. (Observations géologiques sur les phénomènes et les formations volcaniques de l'Italie moyenne et inférieure.) Ier volume, 1re livraison d'un atlas in-folio. Par M. H. Abich. Brunswick, 1841.
AGASSIZ.	*Correspondance polémique entre M.* Forbes *et M.* Agassiz, *au sujet de la structure des glaciers.* In-4°, 10 pages.
	Récit d'une course faite aux glaciers en hiver. Par MM. L. Agassiz et E. Desor. (Extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève*, avril 1842.) In-8°, 36 pages.
BARNABA LAVIA	*Relazione Aeademica*, etc. (Compte-rendu des travaux de la Société gioénienne, pour la seizième année de son existence, prononcé le 16 mars 1840.) In-4°, 24 pages. Catane, 1840.
BERNARD (V.). .	*Notice géologique sur le terrain de transport et les puits artésiens en Bresse.* Par M. V. Bernard. In-8°, 24 pages. Bourg, 1842.
BIANCONI.	*Storia naturale*, etc. (Histoire naturelle des terrains volcaniques, des laves et des phénomènes géologiques opérés par le gaz hydrogène.) Par M. Bianconi. In-8°, 215 pag., 2 pl. Bologne, 1840.
BILLAUDEL. . . .	*Notice relative à la canalisation de l'ouest et du sud-ouest de la France.* Par M. Billaudel. (Extrait du registre des *Procès-verbaux des séances de l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux.*) In-8°, 14 pages. Bordeaux, 1841.
BILLIET (Mgr. l'archevêque).	*Des brises périodiques dans les vallées des Alpes.* Par Mgr Billiet. In-8°, 23 pages.

BILLIET ET GRAVIER. . . . . . *Sur l'hypsométrie du diocèse de Maurienne.* Par MM. Billiet et Gravier. In-8°. 7 pages.

BOUCHARD-CHANTEREAUX. *Note sur le genre Productus.* Par M. Bouchard-Chantereaux. In-8°, 4 pag., 1 pl. Paris, 1842.

BRONGNIART (Alex.). . . . . *Deuxième Mémoire sur les kaolins ou argiles à porcelaine.* Par MM. Alex. Brongniart et Malaguti. (Extrait des *Archives du Muséum d'histoire naturelle.*) Paris, Gide, éditeur, 1839.

BUCKLAND. . . . *Description of a series of geological models,* etc. (Description d'une suite de coupes géologiques principalement relatives aux terrains stratifiés). Par F. Sopwith. In-12, 84 pages, 12 planches. Newcastle-on-Tyne.

Address, etc. (Discours prononcé par M. Buckland, le 19 février 1841, à la réunion anniversaire de la Société géologique de Londres.) In-8°, 100 pages. Londres, 1841.

BUVIGNIER. . . *Statistique minéralogique et géologique du département des Ardennes.* Par MM. A. Buvignier et C. Sauvage. In-8°, 554 pages, 5 planches. Mézières, 1842.

CATULLO (A.). . . *Trattato sopra la costituzione*, etc. (De la constitution géognostico-physique des terrains alluviens et postdiluviens de la province de Venise.) Par A. Catullo. In-8°, 512 pages, Padoue, 1838.

Osservazioni geognostico-zoologiche, etc. (Observations géognostico-zoologiques sur deux écrits publiés dans le tome III des *Mémoires de la Société géologique de Paris*, dans l'année 1838.) Par A. Catullo. In-4°. 26 pag., 2 pl. Padoue, 1840.

Discours prononcé pour l'ouverture des cours de l'Université de Padoue, le 1er décembre 1839. Par A. Catullo. In-4°, 44 pag. Padoue, 1839.

CATULLO (C.-V.). *Nota sopra alcuni*, etc. (Note sur quelques faits appartenant à la géognosie des Alpes venètes.) Par C. V. Catullo. In-8°, 8 pages. Milan, 1842.

Lettera, etc. (Lettre du professeur Catullo au comte Camille Salino, et note sur les Echinides fossiles de la craie et du terrain tertiaire de la province Venète.) Extrait du t. VI des *Nouvelles annales des sciences naturelles de Bologne.* In-8°, 16 pages, 1842.

CHAMOUSSET (l'abbé). . . . . *Sur l'élévation de Chambéry au-dessus du niveau de la mer.* Par M. l'abbé Chamousset. In-8°, 63 pages. Chambéry, 1842.

Observations sur la quantité de pluie tombée à Chambéry depuis le commencement de 1839 *jusqu'au mois d'août* 1842. Par M. l'abbé Chamousset. In-8°, 12 pages. Chambéry, 1842.

CHARPENTIER (Jean de). . . . . *Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du bassin du Rhône.* Par M. de Charpentier. In-8°, 363 pag., 9 pl. Lausanne, 1841.

CLAUSSEN (P.). . *Notes géologiques sur la province de Minas-Geraes, au Brésil.* Par M. Pierre Claussen. (Extrait du tome VIII, n° 5,

CLAUSSEN (P.). . des *Bulletins de l'Académie royale de Bruxelles.*) In-8°.

COLLEGNO (PROVANA DE). . . . . 21 pages, 3 planches.
Note sur les chances de succès du sondage de la place Dauphine à Bordeaux. Par M. DE COLLEGNO. In-8°, 32 pages. Bordeaux, 1841.

COQUAND. . . . . *Thèse pour la licence*, soutenue par M. COQUAND devant la Faculté de droit d'Aix. In-4°, 34 pages. Digne, 1842.

DAUBRÉE. . . . . *Mémoire sur le gisement, la constitution et l'origine des amas de minerai d'étain.* (Extrait du tome XX des *Annales des mines.*) Par M. DAUBRÉE. In-8°, 60 pages. Paris, Carillan-Gœury, 1842.

DELCROS. . . . . *Notice sur les comparaisons des baromètres destinés à l'expédition du nord de l'Europe.* In-8°, 22 pag. Par M. DELCROS. (Extrait du 1er volume de l'*Histoire du voyage en Islande et au Groënland.*)

DESOR (E.). . . . . *Ascension de la Jungfrau, effectuée, le 28 août 1841, par MM. Agassiz, Forbes, Du Chatelier et Desor*, etc. (Extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève*, novembre 1841). Par M. DESOR. In-8°, 56 pages, 1 planche et 1 carte.
Compte-rendu des excursions et du séjour de M. Agassiz sur la mer de glace de Lanteraar et du Finsteraar, en société de plusieurs naturalistes. Par E. DESOR. In-8°, 102 pages, 2 planches. (Extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève*, nos de mars et avril 1841.)

DUFRÉNOY ET **ÉLIE DE BEAUMONT**. . . . . *Carte géologique de la France*, exécutée sous la direction de M. Brochant de Villiers, inspecteur général des mines, par MM. DUFRÉNOY et ÉLIE DE BEAUMONT, ingénieurs en chef des mines, commencée sous l'administration de M. Becquey, directeur général des ponts et chaussées et des mines, publiée en 1841, M. Teste étant ministre des travaux publics, M. Legrand, sous-secrétaire d'État au même département. En 6 feuilles grand-aigle.
Explication de la même carte, rédigée sous la direction de M. Brochant de Villiers, inspecteur général des mines, par MM. DUFRÉNOY et ÉLIE DE BEAUMONT, ingénieurs en chef des mines, et publiée en 1841 par ordre de M. Teste, ministre des travaux publics. Tome 1er, in-4°, 825 pages, avec un tableau d'assemblage des six feuilles de la carte géologique. Imprimerie royale, 1841.

DUPERREY. . . . *Notice sur la position des pôles magnétiques de la terre.* Par M. le capitaine DUPERREY. In-8°, 11 pages. Paris, 1841. (Extrait du n° 414 du journal l'*Institut.*)

EZQUERRA DEL BAYO. . . . . *Elementos*, etc. (Eléments de travaux sur les mines.) Par M. EZQUERRA DEL BAYO. In-8°, 444 pages, 13 planches, Madrid, 1839.
Anales, etc. (Annales des mines d'Espagne). In-8°, 458 pag., 5 planches. Madrid, 1841.

FAVRE. . . . . *Remarques sur les anthracites des Alpes.* Par M. Alph. FAVRE. (Extrait du tome IX des *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.*) In-4°, 26 pages, 2 pl.

FISCHER DE WALDHEIM. . . *Lettre sur le Rhopalodon, genre de Saurien fossile du versant occidental de l'Oural.* Par M. Fischer de Waldheim. In-8°, 10 pages, 1 planche.

FOURNET. . . . . *Rapport sur la discussion relative aux blocs erratiques* qui s'est élevée dans une des séances du congrès scientifique tenu à Lyon en septembre 1841. Par M. Fournet. In-8°, 32 pag. Lyon, 1841.

Mémoire sur la géologie de la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans. 1re partie, in-4°, 78 pages, et 2e partie, in-4°, 78 pages. Par M. Fournet, (Extrait des *Annales des sciences physiques et naturelles*, etc., *de la Société royale d'agriculture de Lyon.*)

GALEOTTI (H.). . *Aperçu géognostique sur les environs de la Havane.* Par M. Henri Galeoti. (Extrait du tome VIII, n° 6, des *Bulletins de l'Académie royale de Bruxelles.*) In-8°, 12 pages, 1 pl.

GŒPPERT (R.). . *Les genres des plantes fossiles comparés avec ceux des plantes modernes.* Par R. Goeppert. In-4°. Livraisons 1 et 2. Bonn, 1841.

GRATELOUP. . . *Mémoire sur plusieurs espèces de coquilles nouvelles ou peu connues de Mollusques.* Par M. Grateloup. In-8°, 69 pages, 4 planches. Bordeaux, 1840.

Catalogue zoologique renfermant les débris fossiles des animaux vertébrés et invertébrés, découverts dans les différents étages des terrains qui constituent les formations géognostiques du bassin de la Gironde. Par M. Grateloup. In-8°, 77 pages. Bordeaux, 1838.

GRAVES. . . . . *Précis statistique sur les cantons de Neuilly-en-Thelle, arrondissement de Senlis* (Oise), *et le canton de Noailles, arrondissement de Beauvais* (Oise). (Extrait de l'*Annuaire de* 1842.) Par M. Graves.

GUIBAL. . . . . *Mémoire sur le terrain jurassique du département de la Meurthe.* Par M. Guibal. In-8°, 18 pages, 1 planche. (Extrait du volume des *Mémoires de l'Académie de Nancy*, pour l'année 1840.)

GUNN. . . . . *The history*, etc. (Histoire, antiquités et géologie de Bacton, en Norfolk.) Par Charles Green. In-8°, 102 pages, 3 pl Norwich, 1842.

HAUSMANN. . . . *Gœttingische*, etc. (Notice scientifique de la Société royale de Gottingue.) Par M. Hausmann. 66 Stud. 25 avril 1842.

HELMERSEN. . . *Erlauterungen zu der*, etc. (Observations relatives à la carte des montagnes de la Russie d'Europe.) Par M. Helmersen. In-8°, 32 pages. Saint-Pétersbourg, 1841.

Carte géologique de la Russie d'Europe.

HOGARD (H.). . . *Esquisse géologique du val d'Ajol.* Par M. Hogard, 1re partie. In-8°, 44 pages, 1 planche.

HOMBRES-FIRMAS (D'). . . . . *Nivellements barométriques dans les Cévennes.* Par M. le baron d'Hombres-Firmas. In-8°, 35 pages, Nîmes, 1842.

ITIER (Jules). . . . *Mémoire sur les roches asphaltiques de la chaîne du Jura.* Par M. Itier. In-8°, 33 pages, 1 carte.

JACKSON. . . . . *Premier rapport annuel sur l'état de la géologie à New-Hampshire*. Par M. Ch. Jackson. In-8°, 164 pages. Boston, 1841.

JACQUEMONT (Porphyre). . . . . *Voyage dans l'Inde*. Par M. Victor Jacquemont, pendant les années 1828 à 1832. Livraisons 35-41.

JÉHAN (L.-F.). . . *Esquisses des harmonies de la création*, etc. Par L.-F. Jéhan. Petit in-8°. 530 pages avec planches. Paris et Lyon, 1841.

LE GUILLOU. . . *Voyage autour du monde pendant les années* 1837-1840. Par M. Le Guillou. Mis en ordre par J. Arago, 1re livraison, Berquet et Pétion. Paris, 1842.

MARTINS (Ch.). . *Matériaux pour servir à l'hypsométrie des Alpes pennines*. Par M. Ch. Martins. (Extrait des *Annales des sciences naturelles*, 2e série, tabl. X, page 129.) In-4°, 5 pages.

MATHERON. . . . *Carte topographique et administrative du département des Bouches-du-Rhône*, en 4 feuilles à l'échelle de $\frac{1}{75000}$. Par M. Matheron. Marseille, 1840.

Essai sur la constitution géognostique des Bouches-du-Rhône. Par M. Matheron. In-8°, 34 pages, Marseille, 1839.

Catalogue méthodique et descriptif des corps organisés fossiles des Bouches-du-Rhône. 1re livraison, 95 pages, 13 planches. Marseille, 1842.

MELLEVILLE. . . *Du diluvium; recherches sur les dépôts auxquels on doit donner ce nom, et sur la cause qui les a produits*. Par M. Melleville. In-8°, 86 pages. Paris, Langlois et Leclercq, 1842.

MICHELIN (H.). . Les 4e et 5e livraisons de son *Iconographie zoophytologique*.

MICHELOTTI. . . *Monografia del genere Murex*. Par J. Michelotti. (Monographie du genre Murex, avec l'énumération des principales espèces de ce genre qui se trouvent dans les terrains supercrétacés de l'Italie.) In-4°, 27 pages, 5 planches. Vicence, 1841.

Brevi cenni. (Discours sur l'étude de la zoologie fossile.) Par J. Michelotti. In-8°, 12 pages. Turin, 1841.

MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE. . . . *Voyage dans l'Amérique méridionale*. Par M. Alc. d'Orbigny. Livraisons 51-56.

Species général et iconographie des coquilles vivantes, etc. Par C.-L. Kiéner. Livraisons 58-73.

Annales des sciences naturelles, de juin 1840 à juin 1841, juillet et août 1841.

Histoire d'Arménie, par le patriarche Jean VI, dit Jean Catholicos, traduite de l'arménien en français par M. J. Saint-Martin; ouvrage posthume publié sous les auspices du ministère de l'Instruction publique. In-8°, 461 pages. Paris, 1841.

MINISTRE DE LA JUSTICE ET DES CULTES. . . . *Galeries historiques du palais de Versailles*, tome VII.

Journal des savants, année 1842, nos de janvier, février, mars et avril.

MINISTRE DE LA MARINE. *Voyage en Islande et au Groënland*, exécuté pendant les années 1835 et 1836 sur la corvette *la Recherche*, commandée par M. Tréhouar, lieutenant de vaisseau, dans le

MINISTRE DE LA MARINE. but de découvrir les traces de *la Littoise ;* publié par ordre du roi, sous la direction de M. Paul Gaimard, président de la commission scientifique d'Islande et de Groënland. *Minéralogie et géologie*, par M. Eugène ROBERT, 1re et 2e part., avec les 1re et 2e liv. d'un atlas particulier. *Physique*, par M. Victor LOTTIN, 1re et 2e partie. *Histoire de l'Islande*, par M. X. MARMIER. *Histoire du voyage*, par M. Paul GAIMARD. Le tout accompagné des 31 premières livraisons de trois atlas généraux. Paris, Arthus-Bertrand.

Voyage au pôle Sud et dans l'Océanie, sur les corvettes *l'Astrolabe* et *la Zélée*, exécuté par ordre du roi, pendant les années 1837, 1840, sous le commandement de M. J. Dumont d'Urville, capitaine de vaisseau. *Histoire du voyage*, tome Ier, parties 1re et 2e, accompagné des 4 premières livraisons d'un grand *Atlas pittoresque* (*historique*), et de la 1re livraison de l'*Atlas d'histoire naturelle*. Paris, Gide.

MORIN. . . . . *Mémoires sur la météorologie*, lus en 1841 au congrès scientifique de Besançon. Par M. P. E. MORIN.

MURCHISON. . . *Address*, etc. (Discours que M. MURCHISON a prononcé le 17 janvier 1842, à la première séance de la Société géologique de Dudley et Midland). In-8°, 20 pages. Londres, 1842.

Address, etc. (Discours que M. MURCHISON a prononcé, le 18 février 1842, à la réunion anniversaire de la Société géologique de Londres, en sa qualité de président.) In-8°, 73 pages. Londres, 1842.

MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE. . . . . *Archives du Muséum d'histoire naturelle*, publiées par les professeurs administrateurs de cet établissement, tome II, livraisons 1re et 2e.

NYST (H.). . . . . *Additions à la faune conchyliologique des terrains tertiaires de Belgique*. Par M. NYST. (Extrait des *Bulletins de l'Académie royale de Bruxelles*, tome IX, n° 5.) In-8°, 15 pages.

Notice sur deux coquilles mexicaines appartenant aux genres Pupa et Hélix. Par M. NYST. In-8°, 4 pages, 1 planche. (Extrait du tome VIII, n° 5, des *Bulletins de l'Académie royale de Bruxelles*.)

OMALIUS D'HALLOY (D'). . . . . *Coup d'œil sur la géologie de la Belgique*. Par M. J.-J. D'OMALIUS-D'HALLOY. In-8°, 132 pages, 1 carte.

ORBIGNY (ALC. D'). *Paléontologie française*. Par Alcide D'ORBIGNY. Livraisons 27-40, 43, 44 des terrains crétacés, et livraisons 1-4 des terrains jurassiques.

ORBIGNY (CH. D'). *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, dont M. Ch. D'ORBIGNY dirige la publication. 12e livraison du tome Ier, et livraisons 15-23 du tome II.

PELET (LE GÉNÉRAL), DIRECTEUR DU DÉPÔT DE LA GUERRE. . . . Nouvelle carte de France, 6e livraison, 8 feuilles.

PHILLIPS (JOHN). *Illustrations of the geology of Yorkshire*, etc. (Faits géologiques remarquables du comté de Yorkshire.) Par M. PHILLIPS. In-4°, 1re partie, 184 pages, 14 planches; 2e partie, 253 pages, 25 planches. Londres.

Figures and descriptions, etc. (Description de fossiles paléo-

PHILLIPS (John). zoïques des pays de Cornwall, Devon et Somerset.) Par M. John Phillips. In-8°, 230 pages, 60 planches, Londres, 1841.

PORTA (Léonardo). *Soluzione*, etc. (Solution du problème très important en géologie du flux et du reflux de la mer.) Par M. Léonardo Porta. In-8°, 56 pages. Naples, 1839.

PRATT (S.-P.). . . *Description of some new species of Ammonites*, etc. (Description de quelques espèces d'Ammonites découvertes dans l'Oxford-clay, près du grand chemin de fer occidental entre Chippenhand et Wooton-Basset.) Par M. Pratt. In-8°, 4 pages, 4 planches.

PREVOST (Const.). *Documents pour servir à l'histoire des terrains tertiaires.* Par M. C. Prevost. In-8°, 240 pages.

RASPAIL (Eug.). . *Observations sur un nouveau genre de Saurien fossile, le* Neustosaurus gigondarum, *avec quelques notes géologiques sur les montagnes de Gigondas.* Par M. Eug. Raspail. In-8°, 56 pages, 1 planche. Carpentras, 1842.

RAULIN (Victor). Dessin d'un fragment de mâchoire de poisson.

RIVIÈRE. . . . . *Annales des sciences géologiques*, dont il dirige la publication. Livraison 1re. In-8°. Paris, 1842.

ROBERT (Eugène). *Voyage en Islande et au Groënland, 7e* livraison, comprenant la 2e partie (*Minéralogie, Géologie et Botanique*), dont il est l'auteur.

Prospectus des voyages publiés sous la direction de M. Paul Gaymard, in-8°, mars 1842.

RŒMER. . . . . *Die Versteinerungen*, etc. (Les pétrifications de la formation crétacée du nord de l'Allemagne.) Par A. Rœmer, 2e partie.

RIO (Nicolo da). . . *Orittologia euganea.* Par M. Nicolo da Rio. Petit in-folio, 179 pages, 2 cartes. Padoue, 1836.

SCHULTZ (G.). . . *Estadistica de la mineria de Asturias y Galicia.* Par M. G. Schultz. In-8°, 16 pages. Madrid, 1841.

SCORTEGAGNA. *Schiarimenti del dottore*, etc. (Eclaircissements sur l'ichthyolithe de la bibliothèque publique de Vicence.) Par F.-O. Scortegagna. In-8°, 50 pages, 1 planche. Padoue, 1824.

Epistola sommaria contenente, etc. (Lettre contenant quelques nouveaux éclaircissements sur l'ichthyolithe de la bibliothèque publique de Vicence.) Par F.-O. Scortegagna. In-8°, 16 pages, 7 planches. Padoue, 1841.

Sopre il teschio, etc. (Mémoire sur la mâchoire d'un Crocodile fossile trouvée près du mont Loligo.) Par F.-O. Scortegagna. In-4°, 13 pages, 1 planche. Venise, 1838.

ROLLAND DU ROQUAN. . . . . *Description des coquilles fossiles de la famille des Rudistes qui se trouvent dans le terrain crétacé des Corbières* (Aude). Par M. Rolland du Roquan. In-4°, 69 pages, 8 planches. Carcassonne, 1841.

SISMONDA (Eug.). *Appendice à la monographie des Echinides fossiles du Piémont.* Par M. Eug. Sismonda. In-4°, 12 pages, 1841. (Extrait des *Mémoires de l'Académie royale des sciences de Turin*, 2e série, tome IV.)

SISMONDA (Eug.) *Observations sur une note du professeur A. Catullo, relative aux Echinides fossiles de la craie et du terrain tertiaire de la province venète.* Par M. Eug. Sismonda. In-8°, 8 pages. (Extrait du journal l'*Eridano*, février 1842.)

Synopsis methodica animalium invertebratorum pedemondi fossilium. Par M. Eug. Sismonda. In-8°, 44 pag. Turin, 1842.

STUDER. . . . . *Aperçu général de la structure géologique des Alpes.* Par M. Studer. (Extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève.*) Mars 1842. In-8°, 32 pages, 1 planche.

VIQUESNEL (Aug.) *Carte coloriée de l'Albanie.* Par M. A. Viquesnel, accompagnant la relation de son voyage insérée dans la 1re partie du tome V des *Mémoires de la Société géologique de France.*

WARDEN. . . . . *Rapport sur les travaux de M. Espy, relatifs aux Tornados.* In-4°, 9 pages. (Extrait des *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences*, séance du 15 mars 1841.)

Communication faite à la Société philosophique américaine dans une de ses séances de 1839, au sujet des trombes, et relativement à un mémoire de M. Pelletier sur la cause de ces météores. Par Robert Hare, M. D. In-8°, 12 pages, Philadelphie, 1840.

WEAVER. . . . . *On the composition of chalk rocks and chalk marl*, etc. (De la composition des roches et des marnes calcaires par des animalcules microscopiques, d'après les observations de M. Ehrenberg, avec un Appendice sur les recherches de M. A. d'Orbigny.) Par Th. Weaver. In-8°, 43 pages. Londres, 1841.

ZEISZNERA. . . . *O formacyi jura*, etc. (De la formation jurassique en Gallicie.) Par M. le professeur L. Zeisznera. In-8°, 36 pag. Cracovie, 1841.

ZIGNO (Achille de). *Sopra alcuni corpi organici che si osservano nelle infusioni.* Par M. A. de Zigno. In-8°, 24 pages. Padoue, 1842.

Sulla giacitura dei terreni di sedimento, etc. (Sur le gisement des terrains de sédiment dans les environs de Trévise). Par A. de Zigno. In-8°, 16 pages, 1 planche. Padoue, 1841.

OUVRAGES

REÇUS PAR LA SOCIÉTÉ EN ÉCHANGE

DE SES PUBLICATIONS.

Abhandlungen, etc. (Mémoires de l'Académie royale des sciences de Berlin, pour l'année 1839). In-4°, 712 pages, 18 pl. Berlin, 1841.

Actes de l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux, 3e année, 2e trimestre.

Annales scientifiques de l'Auvergne, publiées par l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Clermont-Ferrand, sous la direction de M. H. Lecoq. In-8°, tome XII et XIII, années 1839 et 1840.

Annales des Mines, tome XIX, 1re, 2e et 3e livraisons de 1841; tome XX, 4e et 5e livraisons de 1841.

Annuaire de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles. Septième année.

Arsberœttelse, etc. (Rapport sur les progrès de la technologie) présenté à l'Académie royale des sciences de Suède, au 31 mars 1839.

Arsberœttelse, etc. (Rapport sur les progrès de la physique et de la chimie), présenté à l'Académie des sciences de Suède, par M. Berzélius, au 31 mars 1839.

Bericht, etc. (Analyse des Mémoires lus à l'Académie de Berlin); du mois de juillet 1840 au mois de juin 1841.

Bulletin de la Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers. (Travaux du comice horticole de Maine-et-Loire.) N° 13 du 2e vol.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire. Nos 1 et 2, 13e année. In-8°, 108 pag. Angers, 1842.

Bulletin de l'Académie royale des sciences de Bruxelles, n° 12 pour 1840, et nos 1-8 pour 1841.

L'Institut. Nos 391-442, avec les tables alphabétiques de 1841.

Bulletin de la Société de géographie. Numéros de juin 1841 à mai 1842.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, année 1840, nos 3 et 4; année 1841, n° 1.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Nos 70-74.

Bulletin of the Proceedings, etc. (Bulletin de l'institution nationale pour l'avancement de la science établie à Washington en 1840). Vol. I, n° 1; juin à décembre 1840. In-8°, 65 pag. Washington, 1841.

Carte géognostique du royaume de Saxe, XIVe section avec une description de cette section; XVIIIe section avec une description de cette section.

Comptes-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences; par MM. les Secrétaires perpétuels, nos 25 et 26 du premier semestre, nos 1-26 du

second semestre 1841, avec la table des matières pour le premier et le deuxième semestres 1841 ; nos 1-24 du premier semestre 1842.

Compte-rendu des travaux de la Société d'agriculture, sciences et belles-lettres de Mâcon, par Camille Ragut, secrétaire perpétuel, années 1833-1840. 1 vol. in-8°, 476 pag., avec planches. Mâcon, 1841.

Continuazione. etc. (Comptes-rendus de l'Académie des Géorgophiles de Florence). Vol. XVIII, dispensa 11.

Correspondenzblatt, etc. (Feuilles de correspondance de la Société d'agriculture de Wurtemberg). 1840, 6e livraison; 1841, 1re, 2e, 3e et 4e livraisons; année 1842, 1re livraison.

Det Kongelige danske, etc. (Mémoires mathématiques de la Société royale des sciences de Danemark). In-4°, avec planches, année 1841, vol. VIII.

Discours du président de l'Académie royale des sciences de Suède pour l'année 1840.

L'Écho du monde savant, nos 690-742.

Il Progresso, etc. (Le Progrès des sciences, des lettres et des arts). Nouvelle série, 10e année, nos 55-58. Naples.

Kongl Vetenskaps-Academiens, etc. (Mémoires de l'Académie royale des sciences de Suède pour l'année 1839).

Mémoires de la Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers, 4e livr. du 4e vol. Angers, 1841.

Mémoires couronnés par l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles. In-4°, tome XIV, 2e partie; et tome XV, 1re partie.

Mémoires de l'Académie des sciences de Metz, années 1840-1841.

Mémoires de la Société royale des sciences, lettres et arts de Nancy, année 1840. In-8°, 320 pages, 7 pl. Nancy, 1841.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg. 6e série, sciences naturelles; in-4°, tome V, 5e et 6e livr., 426 pag., 16 pl.; tome VI, 1re et 2e livr., 150 pag., 2 pl.; 3e et 4e livr., 390 pag., 16 pl.; 5e livr., 77 pag., 17 pl.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, par divers savants; in-4°, tome IV, 3e et 4e livr., 380 pages, 8 pl.

Mémoires de la Société philomatique de Verdun, tome Ier, 1840.

Mémorial encyclopédique, nos de juin à décembre 1841, avec la table de 1841; janvier, février, mars, avril 1842.

Neues Jahrbuch, etc. (Nouvel annuaire de minéralogie, etc.), publié par C. de Léonhard et G. Bronn. Année 1841, 2e cahier.

Nouveaux mémoires de l'Académie royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles. Tomes XIII et XIV.

Novorum actorum, etc. (Actes de l'Académie des curieux de la nature), vol. XVIII, suppl. 1. 1841.

Oversigt, etc. (Extrait des travaux de la Société pour l'année 1839.)

Précis analytique des travaux de l'Académie royale des sciences, belles-lettres et arts de Rouen, pendant l'année 1841. In-8°, 426 pages. Rouen, 1842.

Proceedings, etc. (Procès-verbaux de la Société géologique de Londres). N° 32, année 1833, et nos 74-77.

Recueil des actes de la séance publique de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg, tenue le 29 décembre 1840. In-4°, 73 pag., un portrait.

Studien des Gœttingischen, etc. (Travaux de l'Union de Gœttingue). Vol. IV, n° 3, 1841.

The American Journal, etc.; vol. XLI, n° 2, octobre 1841, pour juillet, août et septembre, 1841.

The Athenæum, nos 713-764.

The Geologist, etc. (Revue mensuelle de géologie, de minéralogie et d'autres sciences), publiée à Londres par Ch. Moxon; n° 1. In-8°, 32 pag., 1 planche. Londres. Baillière.

The Mining Journal, nos 305-356.

Transactions de la Société philosophique de Cambridge, vol. VII, part. 1 et 2.

Transactions de la Société royale d'Edimbourg. Vol. XV, part. 1re, année 1841.

Transactions, etc. (Mémoires de la Société géologique de Londres). 2e série, vol. VI, partie 1re. In-4°, Londres, 1841.

ROCHES

ET CORPS ORGANISÉS FOSSILES.

DONATEURS. — MM.		NOMBRE D'ÉCHANTILLONS.
BUTEUX.	Ossements trouvés dans les lignites d'Anny (Oise). .	10
GUNN.	Fragment d'os long trouvé dans la falaise de Bacton-Norfolk.	1
MARTINS (CH.). .	Échantillons relatifs à la note de M. Martins, sur le groupe du Faulhorn.	1
	Roches polies et striées d'anciens glaciers de la Suisse	5
MICHELIN (H.). .	Un très grand nombre d'échantillons de roches provenant des diverses courses faites par la Société pendant ses réunions extraordinaires.	
ORRY.	Roches primitives, volcaniques, calcaires et marneuses des environs de Thiers (Auvergne). . . .	40
PINTEVILLE (DE).	Coprolites des argiles à lignite et fer pisolitique. . .	4
VIQUESNEL. . . .	Calcaire d'eau douce d'un banc formant l'escarpement des plateaux de Grauves, Cramant et Oger	7

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

TABLE

DES MATIÈRES ET DES AUTEURS

POUR LE TREIZIÈME VOLUME,

PAR M. CLÉMENT-MULLET.

ANNÉE 1841 **A** 1842.

A

Acerdese. Cité comme abondant dans les talcites phylladiformes du Brésil, p. 285.

Acide sulfurique. Manière dont il a agi dans la production du gypse d'Aix (Provence); son influence sur les êtres vivants, p. 463, 464. — A ces émissions se rattache, suivant l'abbé Chamousset, l'existence de la source thermale d'Aix, p. 455.

Adoua. La réunion extraordinaire reconnaît sur les bords de cette rivière le terrain tertiaire d'eau douce avec gypse, lignites, coquilles fluviatiles et feuilles de palmier, p. 498.—Marnes rouges, analogues à celles de l'étang de Berre, leur inclinaison, p. 499, 500. — Marne noirâtre avec sable quarzeux, p. 499. — Minerai de fer, conjecture sur son origine, p. 500.

Affaissements. Cette théorie prouvée, suivant M. Prevost, par les faits divers et les calculs cités par M. Rozet, p. 177.

Agassiz. Extrait de sa lettre à M. A. d'Orbigny, qui annonce l'identité dans leurs conclusions sur la répartition des fossiles dans les divers terrains, p. 356. — Son opinion sur l'origine des crevasses du calcaire du lias du Faulhorn, p. 374.

Ain. Description par M. J. Itier du terrain néocomien dans ce département, forme des montagnes: au N.-O., le terrain néocomien repose sur le troisième étage jurassique; au S.-E., contre les couches brisées de l'étage moyen; conséquence de cette différence, p. 297, 298. — Dépôts formés par la mer néocomienne, *ibid.* — Localités où se voit le terrain néocomien, vallée et perte du Rhône, p. 299. — Division du terrain néocomien du département de l'Ain en trois groupes; fossiles qui caractérisent chaque groupe, p. 299. — *Itieria*, genre de coquille nouveau de l'oolite corallienne du département de l'Ain, p. 493.

Aix (*Provence*). Compte-rendu de la réunion extraordinaire tenue dans cette ville, p. 407. — Série des terrains observés des Martigues à Aix, p. 420, 421. — Lambeau de molasse coquillière et de terrain lacustre, p. 421. — Coupe générale, p. 422. — Disposition du gypse, couches diverses de ce terrain, fossiles, coquilles, végétaux, poissons, insectes, p. 452, 453, 454. — Considération sur l'origine de ce gypse et les émissions d'acide sulfurique qui en furent la cause, p. 463. — Disposition générale du terrain tertiaire et à lignites du bassin d'Aix, p. 474, 475. — Rapports entre quelques

terrains tertiaires de Savoie et ceux des environs d'Aix, p. 485. — Manière d'être de la molasse coquillière dans les environs d'Aix, deux étages, hélice abondante, conjecture sur son mode de dépôt, p. 486, 487. — Observations de M. Matheron, p. 488. — Analogie entre cette molasse et le terrain de la Superga, p. 490.— Le gypse est pour M. Michelin la seule analogie qu'on trouve entre le terrain tertiaire d'Aix et celui de Paris, p. 490.— Différence établie par M. Matheron entre les terrains tertiaires d'Aix et ceux de Marseille, p. 491. — Analogie de ce bassin avec celui d'Apt, p. 497. — Les terrains gypseux d'Aix contiennent, suivant M. Coquand, des lignites, p. 506.

Alais. Note par M. d'Hombres-Firmas sur une empreinte de palmier trouvée près de cette ville; caractère qui la distingue du palmier chamerops ordinaire, 409. — Analogie entre les terrains tertiaires des Cévennes et ceux de la Provence, p. 409, 411. — Observations géologiques sur les Cévennes et les environs de l'Ain, par l'abbé Sauvages, p. 410.

Alberese. Avec silex pyromaque alternant avec le calcaire à Nummulites et les marnes à fucoïdes à Mosciano, p. 315. — Rapporté au macigno et à la craie, p. 315. — Il entre dans la composition de la montagne de l'Impruneta, p. 316.

Alluvion. Caractères qui distinguent les dépôts diluviens des alluvions, par M. Leymerie, p. 65. — Les alluvions modernes, comme le diluvium en Russie, contiennent des débris de mammouth, p. 197. — Caractères qui distinguent les diluviums anciens des alluvions plus récentes, suivant M. de Charpentier, p. 198. — Caractères qui, suivant M. Leblanc, distinguent les argiles produites par les dépôts diluviens des argiles plus anciennes; observation analogue de M. Mellevillle, p. 254. — Nature des alluvions de la vallée de l'Œtzthal, p. 302.

Alpes. Difficultés que présente l'étude des Alpes, confusion dans les terrains, p. 135, 136. — Lieux des Alpes allemandes et du versant méridional des Alpes où se voient les bélemnites associés aux ammonites et aux orthocères, p. 136, 137. — Observation sur le système crétacé des Alpes, p. 138. — Relation entre les Alpes et les éruptions de trachytes en Auvergne, p. 225. — Le transport des blocs, suivant M. Deluc, contemporain du soulèvement des Alpes, et non postérieur, p. 370.

Alten et *Altenfiord*, cités pour les traces anciennes de la mer et le développement de la formation de gneiss dans le voisinage, p. 32, 33. — Terrasses du terrain de transport observées dans ce lieu, p. 323.

Amérique. — Points de l'Amérique où on a observé des formes irrégulières dans le terrain de transport, p. 323, 324.

Ammonites infra-jurassiques, mêlées à des orthocères siluriennes, p. 88, 90. — Autres indications de mélange de ces deux fossiles, p. 90, 91, 302.—Grès de Vienne contenant des bélemnites, des ammonites, p. 134. — Diverses localités des Alpes allemandes où se voient ces deux fossiles réunis, p. 136. — Sur le revers méridional des Alpes, p. 137. — Troisième zone de rudistes, occupe la région supérieure de la zone de l'Amm. rothomagensis, p. 160. — Observations de M. de Verneuil sur la distribution des ammonites de la craie, p. 162. — Tableau où se voit cette distribution comparée à celle des rudistes, *ibid.* — Ammonites, suivant M. d'Archiac, occupent, dans le plateau central de la France, des étages de la craie où manquent les rudistes, p. 162.—Ammonites de la craie chloritée du bassin de la Loire, p. 336, 337, 338. — Raisons qui, suivant M. A. d'Orbigny, prouvent que les *Aptychus* ne sont point des opercules d'ammonites, p. 359. — Ammonites néocomiennes trouvées dans le calcaire du Faulhorn, p. 373.

Amphibolites. Leur action sur les schistes ardoisés dans quelques points des environs d'Angers, suivant M. Rivière, p. 16. — Amphibolite schisteuse et massive, citée dans la vallée d'Œtzthal; localités où on les voit, accidents qu'elles présentent, p. 302.

Amy (*Oise*). Ossements fossiles avec débris de végétaux et succin trouvés dans les lignites de ce lieu, par M. Buteux; l'argile plastique y recouvre les lignites, p. 321.

Andeer. Description de cette vallée des Grisons, remarquable pour la régula-

rité des formes du terrain de transport, p. 328. — Hauteur des terrasses, p. 338. — M. Martins n'y a point vu de surfaces polies, p. 343.

Angelot. Réplique aux réponses de M. Renoir contre les objections faites à la théorie des glaces générales, p. 52. — Sur les taches du soleil, le mouvement de la terre dans un milieu résistant, les surfaces polies, p. 52, 53, 54. — Attaque contre les glaces universelles, p. 54. — Conséquences résultant des oscillations qui durent suivre le déplacement de l'axe du globe, p. 178. — Sur les causes des émanations gazeuses provenant de l'intérieur du globe, p. 178 et suiv.— Questions adressées à M. Rozet sur la nature des domites, p. 230. — Observations sur le mémoire de M. de Roys, qui traite du refroidissement du globe, p. 245 et suiv. — Note additionnelle à ces observations sur la solidification des liquides; veines singulières du granite dans les Pyrénées p. 377 et suiv., 380 et suiv. — Note additionnelle sur les causes des émanations gazeuses provenant de l'intérieur du globe, p. 398.

Angers. Observation de M. Rivière se rattachant à la rédaction du procès-verbal de la réunion extraordinaire tenue en cette ville, p. 16.

Angleterre. Points de l'Angleterre et de l'Écosse où on a observé des formes régulières du terrain de transport, p. 323.

Anthracite. Note de M. Warden sur les veines d'anthracite reconnues dans le comté de Schuylkill en Pensylvanie, p. 43.

Apt. La Société reconnaît dans le bassin de cette ville : le terrain tertiaire à lignite avec empreintes de poissons, le calcaire à *Chama ammonia*, et le néocomien, p. 497. — Analogie entre ce bassin et celui d'Aix; détail des localités qu'il comprend : rives de l'Adoua, des Calavon; Rustrel, montagne de Gargas, p. 497, 504. — Epoque présumée de l'origine de la vallée d'Apt, p. 504. — Résumé des formations : calcaire à Chama, argile des gault; série tertiaire; molasse coquillière près d'Apt seulement; phénomène de relèvement remarquable qu'on y voit, p. 504, 505, 506.

Aptychus imbricatus. Formant une lumachelle dans le coralrag de Kurowitz en Moravie, p. 304. — *Aptychus* trouvé dans la craie blanche de Reims, p. 321. — Dans les couches carbonifères de Sainte-Cérotte (Sarthe), p. 359. — Raisons qui, suivant M. A d'Orbigny, prouvent que les Aptychus ne sont point des opercules d'ammonites, p. 359.

Arago. Sa théorie sur la tension des corps, citée p. 377.

Arc. La réunion extraordinaire observe dans la vallée de ce nom le grès bigarré supportant le muschelkalk, p. 479.

Archiac (vicomte d'). Observat. sur la répartition des rudistes dans une partie du plateau central de la France; rapports de positions entre les ammonites et les rudistes, p. 162. — Observation de grès coloré par les oxides métalliques dans les environs de Paris, p. 206. — Extrait du mémoire rédigé avec M. de Verneuil sur les fossiles des terrains anciens des bords du Rhin, p. 257., 262.— Son opinion sur la formation du gypse du département de l'Aisne, p. 363. — Sur la distinction à faire entre les couches à silex roulés avec ossements, et celles à silex non roulés, p. 365.

Archives. Rapport par M. de Pinteville sur les archives et la gestion de l'archiviste de la Société, p. 215.

Ardenne. Documents sur la géologie de l'Ardenne, p. 58, 59. — Déluge de l'Ardenne, son effet, p. 59.

Argile. Lancée, suivant M. d'Omalius, par éjaculation, p. 61, 62. — Disposition présentée par des amas d'argile en Belgique, p. 63. — Caractères qui, suivant M. Leblanc, distinguent les argiles produites par les dépôts alluviens de celles qui sont plus anciennes; observation analogue de M. Melleville, p. 254. — Argile schisteuse de la formation phylladienne du Brésil mêlée à des calcaires, p. 237. — Opinion de l'éjaculation des argiles et sables citée, p. 365.

Argile pampéenne. Etage admis par M. A. d'Orbigny dans le terrain tertiaire des Pampas, p. 252. — Révolutions géologiques auxquelles elle se rattache, p. 253. — On n'y voit point de fossiles marins; M. d'Orbigny y indique un grand dépôt argileux à ossements, p. 253.

Argile plastique. Signalée par M. Buteux à Amy (Oise), comme recouvrant les lignites, p. 321.
Arkose. Liant le terrain granitique au terrain tertiaire en Auvergne, p. 220, 266. — Nature de cette roche, accidents qu'elle présente en approchant du granite, *ibid.*
Armance. Diluvium de la vallée de cette rivière, sa composition, sa circonscription; os d'éléphant, p. 74, 75. — Résumé, considérations générales, p. 75, 76.
Arve. Opinion de M. Deluc sur des blocs qu'on dit descendus par la vallée de l'Arve et leur disposition, p. 370.
Asie. Cartes géologiques d'une partie de l'Asie, par Zimmermann; indication des cinq directions principales des chaînes de montagnes, p. 141.
Astarté. Observations de MM. Leymerie et Buvignier sur le calcaire de ce nom; incertitude sur ses limites; fossiles qu'on y trouve, p. 78, 79.
Atterrissement. Sol d'atterrissement observé sur les rives de l'Alten, par M. E. Robert, p. 34. — Difficulté présentée par les terrains modernes de la Belgique; opinion de M. Belpaire, p. 61. — Atterrissements formés par la rivière de Fondachelli, en Sicile; mesure de ces atterrissements, par M. Paillette, p. 233, 236. — Autres atterrissements en Calabre, suite des déboisements, p. 236.
Aube. Sur les dépôts diluviens de ce département, et particulièrement sur celui qui se rapporte à la vallée de la Haute-Seine, par M. Leymerie, p. 63. — Bassin de la Seine, p. 66. — Vallée de l'Aube, vallée de l'Armance, p. 74. — Résumé, p. 75. — Considérations générales, p. 76. — Os de poissons et de sauriens trouvés par M. Cottet dans la craie sans silex de Creney (Aube). Coquilles de cette craie, p. 371, 372. — Conotheuthis, nouveau genre de fossile trouvé dans le terrain néocomien de l'Aube, par M. Dupin, p. 397.
Aube (rivière). Diluvium de la vallée de cette rivière, p. 74. — Son analogie avec celui de la Seine, sa nature, sa circonscription et sa puissance; il forme une couche aquifère, p. 74. — Résumé, considérations générales, p. 75, 76.
Auriol. On y observe du gypse dans le calcaire jurassique; dolomie et cargneule, p. 475. — Considération de M. Matheron sur l'origine et le classement de ce gypse, qu'il place dans l'étage oxfordien, p. 480.
Auvergne. Collection de roches de cette province, citée p. 218. — Analyse d'un Mémoire sur les phénomènes volcaniques, par M. Rozet, p. 218. — Terrain granitique, son étendue; accidents qu'il présente, élévation, inclinaison des pentes, p. 219, 220. — Terrain tertiaire, son étendue et sa disposition, p. 220. — Terrain diluvien; il est de deux époques; place qu'il occupe, p. 221. — Époque trachytique; on trouve au Mont-Dore toutes les variétés de trachytes; elles y forment divers étages; roches interposées; filons; disposition et direction des coulées, p. 221, 222. — Domite, le Puy-de-Dôme en est formé; autres puys qui en sont aussi; roches qui viennent s'y associer; direction des autres; éruption des trachytes postérieure au terrain tertiaire, p. 222, 223. — Epoque basaltique. Les basaltes du Mont-Dore se lient aux trachytes; direction des coulées; accidents qui les accompagnent; angle d'inclinaison, p. 223. — Centres d'éruption dans les terrains granitiques et lacustres, p. 214. — Conséquences résultant des directions et phénomènes observés; substances provenues des mélanges divers, p. 214. — Série d'éruptions observées dans le rameau venant des montagnes du Forez; points de départ des éruptions, accidents qu'elles présentent. Les révolutions du sol de l'Auvergne se lient à celles de la Corse et des Alpes, p. 224, 225. — Epoque lavique; auteurs qui ont décrit ces laves; places occupées par les cratères; leur direction; leur étendue; roches diverses qui servent de base, p. 225, 226. — Autres cratères placés en dehors de l'ellipse sur une grande ligne; trois ouverts dans le granite, et deux dans le basalte; accidents de roche qu'ils présentent, p. 226, 227. — Deux autres volcans en dessous de cette ligne dans le granite; accidents de roche, p. 227. — Conclusions que tire M. Rozet de cette disposition du sol de l'Auvergne, p. 228. — Quatre grandes lignes de dislocation se croisent en Auvergne; observa-

tions qui le prouvent, p. 229. —Observations astronomiques et géodésiques opérées en Auvergne, indiquées, p. 230. — Question de M. Angelot sur la nature du domite, p. 230. — Macigno ou arkose liant en Auvergne le terrain tertiaire au granite et au gneiss, p. 366. — Synchronisme admis par M. Boué entre les couches lacustres et marines, *ibid.*

Axe du globe. Son déplacement prouvé par le calcul et par les faits, p. 175. —Oscillations qui suivirent; complication des phenomènes par suite, p. 178.

B

Baden (*Autriche*). Nature des roches composant les montagnes environnant cette localité, p. 82, 83. — Ses eaux thermales comparées avec celles qui avoisinent Voeslau, p. 84.

Bahia. Documents sur la géologie des environs de cette ville. Gneiss, p. 283. — Talcites phylladiformes et grès supérieur aux talcites, p. 286. — Terrain tertiaire; grès ferrugineux, p. 289, 290.

Baleine. Fragments de mâchoire de ce cétacé trouvés par M. E. Robert à Bell-Sund, p. 26.

Baromètre. Description par M. Pissis d'un nouvel instrument pouvant remplacer le baromètre dans la mesure des hauteurs, p 305, pl. IV. — Observations de divers membres sur les causes d'erreur existantes dans l'emploi du baromètre : oxidation du mercure, composition du verre : le verre à base de potasse ou flint est préférable, p. 311.

Basalte. Époque des éruptions basaltiques en Auvergne. Liaison entre les basaltes et les trachytes; points de départ des couches; phénomènes qui les accompagnent; action sur le trachyte, p. 223. —Direction de la série des couches, son étendue; substances dérivées du mélange des roches, p. 224. — Terrains traversés par le basalte; il recouvre les cailloux diluviens, consequence qui en résulte pour la fixation de son âge, p. 224, 225.—Differences que présentent les cratères d'où sont sorties les laves et les fissures qui ont livré passage au basalte, p. 225. — Liaison entre les laves et les basaltes, qui ne diffèrent que par le mode d'emploi et de coulée, p. 227. — Variétés de basalte observées au volcan de Beaulieu; conjectures sur le mode et le lieu d'éruption, p. 458, 459.—Elle a été contemporaine du dépôt gypseux, p. 460. — Action de la mer sur ces basaltes, p. 461. — Substances minérales qu'ils contiennent, p 464, 465.

Bassin méditerranéen. Indication des localités occupées par les diverses zones de rudistes dans le bassin méditerranéen, p. 155. — Zones de rudistes propres à ce bassin, p. 161. — Belemnites propres à une bande oxfordienne du bassin méditerranéen commençant en Espagne; lieux principaux où se voit cette bande, p. 396.

Bassins. Indication des localités occupées par les diverses zones de rudistes dans les bassins méditerranéen, pyrénéen et parisien, p. 155 et suiv. Tableau, p. 162. — État des divers bassins quand vivaient les rudistes; differences qui en résultent, p. 161. — Retour successif de la mer dans le bassin de Paris, expliqué par les déplacements successifs de l'axe du globe, suivant M. Rozet, p. 176. —M. A. d'Orbigny voit plus de traits de ressemblance entre le bassin pyrénéen et le golfe de la Loire qu'il n'en existe entre ce dernier golfe et le bassin parisien, p. 360. — Bélemnites propres au bassin parisien et au bassin méditerranéen, p. 396. — Leur répartition indique des mers distinctes à l'époque des couches oxfordiennes, p. 396.

Bavière. Tous les cours d'eau de la Bavière occid. sont bordés de terrasses parallèles, p. 322.

Beaulieu (*Provence*). Volcan éteint, visité par la Société, qui y voit la molasse reposant sur le gypse, p. 455.—Étendue du terrain basaltique; inclinaison de la coulée; comment elle s'est faite, p. 457, 458, 459. — Variétés de basalte observées; fragments de calcaire empâtés, p. 458. 459. — Conséquences déduites de ces phenomènes, p. 459, 460. — Éruption contemporaine du dépôt du gypse, p. 460. — Action

de la mer sur le massif basaltique, p. 461. — Observation de MM. Itier et Clément Mullet sur l'absence du prisme du basalte à Beaulieu, p. 465.

Bélemnite de grande espèce trouvée par M. de Viennay dans la grande oolite près Mamers (Sarthe); particularités qu'elle présente, p. 16. — Associées à des plantes houillères dans les Alpes, p. 86. — Vues associées à des orthocères et autres par M. Unger dans le Tyrol, p. 132. — Bélemnites vues par M. Boué à Gosau en 1824; critique et conséquence, p. 133. — Même fossile vu par M. Haidinger à Gosau, p. 134. — Grès de Vienne contenant des bélemnites et des ammonites, *ibid.* — Essai d'explication, p. 134, 135. — Bélemnites du Kressenberg, p. 135. — Diverses localités des Alpes allemandes où se voient les bélemnites associées aux ammonites et aux orthocères, p. 136. — Lieux où on les voit sur le bord méridional des Alpes, p. 137. — Bélemnites des terrains qui supportent le terrain crétacé de la Loire, p. 357. — Belemnites trouvées dans ce dernier terrain, que M. d'Orbigny nomme Bélemnitelles vérues, p. 359. — Bélemnite néocomienne trouvée dans le calcaire de Faulhorn, p. 373. — Extrait d'un travail d'ensemble sur les bélemnites par M. A. d'Orbigny, p. 390. — Division par groupe, p. 391. — Répartition dans les terrains, p. 393. — Groupes spéciaux à chaque terrain, p. 395. — Distribution par bassin, p. 396. — Description du Conoteuthis, qui se place entre la bélemnite et les ommostophes, p. 397. — Considérations sur les formes de l'osselet de la bélemnite, p. 397, 398

Belgique. Note par M. d'Omalius-d'Halloy sur les dernières révolutions qui ont agi sur le sol de la Belgique, p. 55. — Lits des rivières principales analogues à des failles, époque de cette révolution, p. 56, 57. — Sables de Campine, effets de leur accumulation, p. 56. — Fracture de la Sambre et de la Meuse, son âge géologique, p. 57. — Deux directions principales dans les vallées; système du soulèvement auquel elles se rapportent, p. 58. — Déluge ordinaire, p. 59. — Point de calcaire dans les terrains primordiaux de la Belgique; calcaire anthraxifère à bords escarpés; considérations, p. 59, 60. — Limon qui s'étend à la Senne et au Rhin; composition, origine, p. 60, 61. — Difficultés que présente l'explication de partie des terrains de la Belgique; hypothèse de Belpaire, objection, p. 61. — Argile et sable poussés par éjaculation; faits qui le prouvent; sable et hydrate de fer, rejetés de la même manière, p. 62, 63. — Plateau entre Braine-le-Comte et Tubise; sa disposition et sa forme, p. 63.

Bellardi. Spirulirostra, nouveau fossile trouvé par lui dans le terrain tertiaire subapennin de Turin, p. 396, 397.

Bell-Sund (Spitzberg). Éléments dont les montagnes cristallines sont formées, p. 22. — Point de fossiles; gypse, son origine; sélagite, lieux où on l'observe, reliefs qu'elle forme, elle contient du fer; argument qu'elle peut fournir pour les soulèvements ou pour le métamorphisme, p. 22, 23. — Montagnes de la période carbonifère; fossile du terrain houiller, combustible à l'état d'anthracite; grès quarzeux avec empreintes végétales, p. 23. — Schiste bitumineux, accidents qu'il présente; fer carbonaté, p. 24. — Analogie entre la houille de la terre de Van Diemen et celle de Bell Sund, p. 25, *note.* — Traces du séjour de la mer; terrains modernes, falunes, coquilles; galets marins; mâchoire de baleine; lignite et succin, p. 26. — Conjectures déduites des formes du sol, p. 27.

Berre. Étang de ce nom visité par la Société; document sur la géologie de ses bords, p. 414, 415. — Indication des diverses couches observées avec les localités où se trouvent les analogues, p. 418, 419.

Berzélius. Cité pour ses observations de roches polies en Dalmatie, p. 196.

Beudant. Erreur commise par lui au sujet du travertin de la Hongrie, p. 139.

Biot. Cité pour ses tables de dilatation des corps, p. 189. — Résultat des expériences par lui faites sur le pendule avec M. Mathieu à Clermont (Auvergne), p. 229. — Autres résultats obtenus sur le parallèle au 45e degré, p. 255.

Birse. Indication du terrain de transport et des formes qu'il affecte le long du cours de cette rivière, p. 335.

Blainville (Ducrotay de). Ses travaux sur les cyprina cités, p. 384.
Bleiberg. Objection de M. Boué sur le classement du calcaire de cette localité dans le terrain silurien, p. 93.
Blocs erratiques ou de *transport*, observés par M. Robert sur les rives de l'Alten, leur origine présumée, p. 34. — Origine présumée des blocs erratiques, leur transport par les glaces flottantes, p. 38, 39. — Les blocs erratiques diminuent-ils de grosseur en s'éloignant du point de départ? circonstances à observer; petits blocs, p. 46. — Réflexions de M. Boué sur les blocs erratiques et leur transport par les glaces, p. 89. — Disposition des blocs de transport observée par M. Unger dans le Tyrol; hauteur; stries, p. 132, 133. — Blocs de la vallée du mont Génis, leur plan, leur nature; direction des stries, p. 126. — Observations de M. Leblanc sur la direction suivie par les blocs erratiques du N. de l'Europe dans leur dispersion, p. 176. — Existence des blocs erratiques en rapport avec les grands glaciers, p. 198. — Blocs des parties supérieures des montagnes d'alluvion différents de ceux de l'intérieur des masses aux environs de Perpignan, vallée de la Tèta, p. 231. — Blocs transportés par les glaciers, p. 234. — Blocs entraînés en Sicile par suite de la désagrégation des roches, p. 236. — Formes des blocs des terrasses comparées à celles des blocs des moraines, p. 339. — Les blocs erratiques occupent la partie supérieure des vallées à gradins, p. 345. — Suivant M. Martins, les blocs anguleux sont disséminés dans toute la masse du terrain de transport, p. 346. — Les explications données par M. Leblanc sur les blocs de Laferrand ne s'accordent point, suivant M. Deluc, avec ce que dit M. de Saussure, p. 368. — M. Venetz a, à tort, considéré des blocs erratiques comme d'anciennes moraines, p. 369 — M. de Charpentier distingue à tort le terrain erratique du terrain diluvien; localités diverses de la Suisse et hauteurs où se voient des blocs erratiques; ils s'étendent jusqu'à Lyon, *ibid.* — Opinion de M. Deluc sur les blocs de l'Arve; la limite des blocs est pour lui plus élevée que ne l'indique M. de Charpentier, p. 370. — Le transport des blocs pour lui concorde avec le soulèvement des Alpes, mais il n'a point été effectué par les glaces, *ibid.* — Blocs erratiques de Savoie rappelés; leur puissance, p. 484.
Bontemps. Observation sur l'emploi et les causes d'erreur du baromètre; oxidation du mercure, nature du verre, p. 311.
Bothnie. Les provinces du Nord dans le nom desquelles entre ce mot furent, suivant M. Robert, des fonds de mer, p. 35. — Traces du séjour de la mer sur une montagne élevée; falun, coquilles qu'on y voit, p. 36.
Boubée. Observation de vallées à plusieurs étages ou gradins; place occupée par les divers matériaux, p. 345. — Sur les traces de glaciers et les surfaces polies et striées dans les Pyrénées, p. 346. — Son opinion sur le synchronisme des couches marines et lacustres en Auvergne, p. 366. — Observation sur des formes prismatiques signalées par M. Héricart-Ferrand, p. 376. — Réclamation relative au conchyliomètre de M. A. d'Orbigny, p. 376, 386. — Réponse de M. d'Orbigny, p. 382, 386.
Boué (Ami). Lettre datée de Voeslau: moyen d'adapter les coupes aux collections; cartes géologiques, p. 81. — Notes géologiques sur Voeslau, Baden, etc.; sur l'apparition des animaux sur le globe, p. 82, 83, 84. — Réponse à MM. de Roissy et Deshayes sur la paléontologie, p. 86. — Sur les blocs erratiques et les glaciers, p. 88. — Sur les orthocères du Salzbourg; classement du dépôt de Gosau, p. 90, 91 — Erreur à éviter dans les classifications paléontologiques, p. 92. — Indication des observations de M. Unger dans le N.-E. du Tyrol, p. 131. — Bélemnite vue à Gosau; critique et réponse à MM. Murchison et Sedgwick, p. 133, 134, 135. — Difficultés que présente l'étude des Alpes; confusion dans les terrains; mélange des bélemnites, des ammonites et des orthocères; lieux où il se voit, p. 136, 137. — Remarques sur le système crétacé des Alpes, p. 138. — Erreur de M. Beudant sur le travertin de Hongrie, p. 139. — Indications de divers ouvrages sur la géologie; cartes géographiques de M. Zimmermann, p. 141, 142. — Extraits de l'ouvrage de M. Grisebach sur la Grèce; Broussa, Enau, Vodena, Katavotrom; hypothèse;

communication entre Telavo et Ostrovo, p. 142, 143, 144, 145. — Travaux de M. Kovalevski sur le Montenegro, p. 146. — Lettres scientifiques traitant de l'Œ zthal, Saint-Cassian, et de divers ouvrages sur la géologie et la paléontologie, p. 301-305.

Bourjot. Notion géologique sur le département du Jura; essai d'explication sur la disposition de la formation jurassique, p. 99. — Observation de M. Rozet sur l'inclinaison de certaines couches, p. 100.

Boxite. Roche qui, en se décomposant, donne du fer hydroxidé-pisolitique, citée près Rougier (Provence), p. 477.

Brachiopodes. Les rudistes, suivant M. d'Orbigny, sont des brachiopodes, p. 149. — Division des brachiopodes, p. 150.

Bravais (Auguste). Découverte par lui faite de bélemnites néocomiennes au Faulhorn, p. 373.

Brèches calcaires remarquables près de Voeslau (Autriche), p. 83. — Brèches du Tholonet (Provence) visitées par la Société, p. 467. — Disposition de ces brèches, leur gisement, p. 473. — Leur âge géologique, p. 474. — Brèche exploitée à Vinières en Savoie, analogue à celles du Tholonet; origine des fragments qui la composent, p. 485

Brèches osseuses. Note sur des brèches osseuses et des cavernes à ossements du bassin de Paris, par M. Desnoyers, p. 290. — Historique de l'étude des brèches osseuses, leur liaison avec le phénomène des cavernes à ossements, p. 291. — On ne les avait point encore reconnues dans le bassin de la Seine; leur existence constatée dans la vallée de Montmorency, description de la cavité ossifère, gisement, état et liste des animaux, p. 292-296. — Opinion de M. C. Prevost sur les causes de ces dépôts et leur succession, p. 296, 297. — Observation de nouveaux gisements d'os fossiles dans la forêt de Fontainebleau, qui confirment, suivant M. C. Prevost, l'existence aux environs de Paris de brèches et de cavernes à ossements; conjectures sur leur origine et sur le dépôt des os, p. 312, 313.

Brésil. Considérations générales par M. Pissis; limites des terrains explorés, p. 282. — Formation; gneiss et granite près de Bahia, étendue et direction de ces terrains, hauteur qu'elles atteignent, p. 283, 284. — Gneiss altéré, quarzites, micacites et talcites compactes avec pyrites, or et plomb; localités, élévation, p. 284. — Talcite phylladiforme dans la province de Minas-Géraès, avec itabirite interposée, accidents et direction; on y trouve presque toutes les mines d'or et la plupart des pierres précieuses, p. 285, 286. — Gisement des topazes, p. 286. — Grès (ytacolumite) surmontés par place de calcaire, modification qu'ils éprouvent; silex et calcaire fibreux; diorites dispersés sous diverses formes sur la surface de ce grès, qui sert de gisement aux diamants, p. 286, 287, 288. — Terrains tertiaires, circonscription des bassins qu'ils occupent, nature et aspects des roches, grès à cythérées et calcaires analogues à ceux de la Limagne dans le premier étage, p. 289. — Point de fossiles dans le second, qu'il est difficile de classer, p. 289, 290. — Deux époques de soulèvement; l'un a affecté le gneiss et l'autre contemporain du diorite; direction des lignes, p. 290.

Breuner (le comte). Carte de l'Esclavonie, de la Croatie, de la Styrie, p. 140. — Indication de quelques faits, p. 140, 141. — Découverte, sur les frontières de l'Esclavonie et de la Croatie, d'un groupe de gneiss et de granite, p. 305.

Brienne. Document sur le terrain d'atterrissement dont se compose la plaine de ce nom; ses éléments, accidents qu'il présente, p. 71, 72, 73.

Brongniart (Alex.). Son opinion sur des rognons de fer trouvés dans du schiste bitumineux, p. 24, *note.* — Fait contraire à son opinion sur le gisement du cuivre dans la Scandinavie, p. 31, *note.* — Son opinion sur la connexion entre les serpentines de la Toscane et de l'Italie avec les roches jaspoïdes, citée, p. 267. — Description des travertins de la vallée de l'Elsa citée, p. 275. — Sa pensée sur les roches d'agrégation de la Superga, p. 279.

Bronn. Erreur dans laquelle, suivant M. Boué, il est tombé pour les Alpes d'Enneberg en Tyrol, p. 92.

Broussa (Anatolie). Constitution géologique du sol; eaux thermales, p. 142, 143.

Broussaud. Indication des résultats

par lui obtenus dans la mesure de l'axe du parallèle moyen au Puy-de-Dôme, p. 229.
Budget pour l'année 1842, présenté par le trésorier, p. 199.
Buteux. Présente divers ossements trouvés dans les lignites d'Amy (Oise), p. 321. — Il a trouvé aussi des dents de crocodile, des débris de végétaux et du succin dans ces lignites, au-dessous de l'argile plastique, *ibid.*
Buvignier. Observations sur le calcaire à Astartes, p. 78.

C

Cailloux. Hypothèse émise par M. d'Omalius sur leur origine, p. 59, 60, *note*. — Dépôt des ossements de mammifères postérieur à celui de cailloux roulés, dans les Pampas (Amérique méridionale), p. 197. — Forme des cailloux qui composent les terrasses, p. 339. — Le dépôt à cailloux roulés, blocs et ossements, est distinct des glaises avec silex non roulés, p. 365.
Calabre. Atterrissements qui se forment en Calabre, près Reggio; coquilles entraînées par ces atterrissements. p. 236.
Calcaires constamment associés aux spilites, p. 96. — Noyaux de carbonate de chaux accompagnant les spilites, peuvent, suivant M. Gras, être d'origine ignée, *ibid.* — Calcaire à cuivre gris cité dans le Tyrol, p. 132. — Différence que présentent le calcaire secondaire des Alpes et celui du Tyrol; association de fossiles divers, *ibid.* — Calcaire et silex qu'on voit dans la craie se reproduisent dans toute la période tertiaire, p. 364.
Calcaire carbonifère ou *calcaire de montagne*. Place qu'il occupe dans l'Oural, p. 11, 12. — Etat de ce terrain au Spitzberg, p. 23. — Analogie qu'il présente avec celui de la terre de Van-Diémen, p. 25, *note*. — A Buren-Eiland, p. 22, *note*. — Calcaire carbonifère cité à Saint-Cassian; conclusion qu'en tire M. Boué, p. 303. — Manière d'être du calcaire de montagne à la Sierra di Moncayo; lieux où on le voit; sources thermales et sulfureuses; coquilles fossiles, p. 352, 353.
Calcaire des steppes. Nom donné par M. de Verneuil à un calcaire très développé en Russie, superposé au lit qui sert de gisement aux Mammouths; sa puissance à Taganrog; altitude, p. 214.
Calcaire à Dicérates, formant la première zone de rudistes de M. d'Orbigny; lieux où on le trouve, p. 153. — Le fossile décrit sous le nom de *Dicérate* l'a été par M. Goldfuss sous le nom de *Chama ammonia*, p. 414. — Calcaire à Dicérates de M. E. de Beaumont, cité p. 425.
Calcaire à Nummulites de Toscane, véritable macigno, connu à Mosciano sous le nom de *granitello*; motifs qui établissent la contemporanéité de ce calcaire et du macigno, p. 265. — Manière d'être de ce calcaire dans les Maremmes et à Massa, p. 267, 269. — Il est fortement tourmenté à Massa, p. 267. — Observé à Mosciano, alternant avec l'alberèse et les marnes à Fucoïdes; sa direction et son étendue; il se lie au macigno, qui le recouvre; rapporté au macigno et à la craie, p. 315. — Le calcaire grossier des Basses-Alpes, décrit par M. S. Gras, est pour M. Coquand l'équivalent du calcaire grossier parisien, p. 492.
Calcaire grossier. Dents et ossements avec graines de chara, trouvés par M. E. Robert dans le calcaire marin grossier de Passy, indiqués p. 348, 349. — M. Ch. d'Orbigny indique pareille découverte, mais dans le calcaire grossier lacustre de Passy, supérieur au calcaire grossier marin, p. 349. — Ce calcaire à gyrogonites ne recouvre point l'assise à lignites, comme le croit M. Robert; il est au-dessous du banc vert du calcaire marin, suivant M. Ch. d'Orbigny, p. 349. — M. Coquand trouve l'équivalent de ce calcaire dans un calcaire à Nummulites des Basses-Alpes décrit par M. S. Gras, p. 492.
Calorique, chaleur. Quelle couche de glace peut fondre la quantité de chaleur qui chaque année sort de la terre? origine de cette chaleur, p. 399, 400. — Recherches sur le calorique de fluidité de l'eau et de diverses

substances, p. 400, 401. — Conséquence déduite de la double origine du flux de chaleur qui s'échappe du globe terrestre, p. 401, *note*.

Canigou. Documents sur la vallée du Canigou, p. 231. — Dépôt de lignites antérieurs, suivant M. Paillette, au soulèvement du Canigou, p. 233.

Caps diluviens observés dans la vallée du Rhin par M. Martins; lieux, hauteurs, p. 337. — Conjectures sur l'origine de ces caps; ils sont le résultat de l'action des eaux venues de la fusion des glaciers diluviens, p. 341, 343, 344, 345.

Cap Nord. Son élévation, sa forme, composé de gneiss leptinoïde; accidents de cristallisation, p. 29.

Capraja. Note par M. Pareto sur cette île, composée de trachytes, de conglomérats et de laves, p. 315.

Caprines. Documents sur cette division des rudistes dans les considérations de M. d'Orbigny sur ces êtres, p. 148 et suiv. — Description, p. 151. — Espèces citées, avec indication des terrains où on les trouve, p. 154 et suiv.

Caprotines. Documents sur cette division des rudistes dans la note de M. d'Orbigny sur ces êtres, p. 148. — Description, p. 151. — Espèces citées, et indication des terrains, p. 154 et suiv.

Cargneule, dolomie et gypse cités dans le grès vert à Hippurites d'Auriol, p. 475. — à Mont-Vert, p. 476.

Caronte. Etang salé visité par la Société; il sert de ligne de démarcation entre les terrains tertiaires et secondaires; couches et fossiles crétacés observés, p. 417. — Direction du grand diamètre de cet étang, p. 474.

Cartes géologiques. Carte en relief de l'Europe, de l'Asie occidentale et de l'Afrique septentrionale, indiquée p. 81. — Carte des environs de Baden, dans la Basse-Autriche, indiquée, *ibid*. — Carte phyto-pétrographique du N.-E. du Tyrol, par M. Unger, p. 131. — Carte de l'île d'Elbe, par M. Kony, p. 140. — Carte de l'Esclavonie, de la Croatie, et de la Styrie, par le comte Breuner, *ibid*. — D'une partie de l'Asie, par Zimmermann, p. 141. — Cartes géologiques de M. Koenig, *ibid*. — Carte géologique générale de France de MM. E. de Beaumont et Dufrénoy; note explicative, p. 100 et suiv. — Carte de la Sicile, par Hoffmann, citée p. 234. — Carte de la vallée de l'Œtz et du Schnais, par MM. M. Sotter et L. de Heufler, p. 301, 302. — Carte géologique de l'Autriche, indiquée p. 303. — Des Alpes apuanes, citée p. 316. — De l'île d'Elbe, par Savi; — des Andes de l'Illimani à l'Incohuma, par M. Pentland; des Etats de Gênes, par M. Pareto; des Etats pontificaux, par M. Zaccagni-Orlandini, p. 317. — Carte de Toscane du P. Inghirami, p. 318. — Cartes des départements de Seine-et-Oise et de Seine-et-Marne, par M. de Senarmont, p. 388. — Carte géognostique du plateau tertiaire parisien, par M. Raulin, p. 389.

Cassis. On y observe le calcaire à *Chama ammonia*; au-dessus, le calcaire marneux de la Bedoule; les marnes néocomiennes, analogues à celles de la Bedoule et d'Apt, p. 511, 520. — Couronnées par du grès calcaire et ferrugineux, p. 511. — Erreur de M. d'Orbigny dans le classement du terrain de Cassis, qu'il place dans la partie moyenne de la craie chloritée, tandis qu'il appartient vraiment au gault; fossiles qu'on y trouve, p. 512, 513. — MM. Itier et Coquand partagent l'opinion de M. Matheron sur l'erreur de M. d'Orbigny, p. 515, 517. — Le terrain ferrugineux de Cassis est pour M. Itier le gault, *ibid*.

Catullo (Antoine). Note sur l'impossibilité de déterminer à quelle espèce d'Echinides appartiennent les piquants fossiles qu'on trouve, p. 262. — Son mémoire sur la caverne ossifère de Céré, province de Vérone, cité p. 315.

Cavernes disposées par étages sur les rives de la Seine, entre Melun et Corbeil, signalées par M. E. Robert, p. 36, *note*. — Cavernes observées dans la vallée du Vernet (Pyrénées), p. 233. — Cavernes ou excavations naturelles signalées par M. Héricart-Ferrand dans le grès des gorges d'Olioules, p. 375.

Cavernes à ossements. Voy. *Brèches osseuses*. Indication de la caverne ossifère de Céré, province de Vérone, où les os des carnivores et des herbivores sont mêlés, p. 315.

Celsius. A le premier signalé l'abaissement du niveau de la mer en Scandinavie, p. 37, *note*.

Céphalopodes. Description par M. A.

d'Orbigny de deux genres nouveaux de Céphalopodes fossiles, les *Conoteuthis* et *Spirulirostra*, offrant les passages, d'un côté entre la Spirule et la Sèche, et de l'autre entre les Bélemnites et les Ommostrophes, p. 396. — Considérations sur l'osselet des Céphalopodes; influence de sa forme sur leurs habitudes, p. 396, 397, 398.

Cévennes. M. Boubée y soupçonne des traces d'anciens glaciers, p. 348. — Observations de l'abbé Sauvage sur ces montagnes, p. 410. — Feuille de palmier trouvée dans les environs d'Alais; identité des terrains tertiaires de ces montagnes avec ceux de Provence, p. 411.

Chama ammonia. Autrefois décrite sous le nom de *Dicérate*, caractéristique d'un calcaire en Provence, p. 414. — Vue aux Martigues, p. 417. — Observations de M. Matheron sur le classement de ce calcaire à *Chama ammonia*, p. 426, 427. — Réponse de M. Al. d'Orbigny, p. 427, 428, *note* — Suivant M. de Villeneuve, le *Chama ammonia* peut devenir caractéristique du jurassique portlandien ; conseq. qu'en tire M. Matheron, p. 431-440. — Dissertation de M. Matheron pour prouver la relation entre le terrain néocomien (calcaire à *Chama*) et le terrain jurassique, p. 481. — Réponse de MM. Itier et Clement-Mullet, p. 481-484. — MM. Coquand et Itier ne peuvent voir dans ce calcaire l'équivalent du portlandien, p. 462. — Calcaire à *Chama ammonia* supporté par des marnes contenant le *Spatangus retusus* et l'*Exogyra sinuata*, p. 496. — Ce calcaire vu à Apt mêlé de Dicérates, p. 497. — Manière d'être du calcaire à *Chama* dans la vallée d'Apt, à Gargas; il y est recouvert de marnes grises, que M. Coquand y rattache, p. 503. — Relèvement de ce calcaire, p. 506. — Place que lui assigne M. Renaux, p. 508.

Chambéry. Roche à surface striée et polie prise dans le voisinage, présentée par l'abbé Chamousset, p. 467.

Chambres ou *cavités*. Ne doivent se former à l'intérieur du globe que lorsqu'il a atteint les limites du refroidissement, suivant M. de Roys, p. 239. — Opinion émise par M. Angelot à ce sujet, p. 248, 249. — Observation de M. Leblanc de cavités excentriques trouvées dans des balles de plomb; application de ce fait au globe terrestre, chambres concentriques, p. 248, 249. — Réplique de M. de Roys sur l'explication de ces chambres, p. 250. — Considérations nouvelles de M. Angelot sur la formation des chambres, p. 379 — Développement de sa pensée à ce sujet, p. 399.

Chamousset (l'abbé). Observation contre le rapprochement fait par M. Matheron entre le terrain jurassique et le terrain néocomien, p. 443. — Observation sur les phénomènes qui ont donné naissance au gypse d'Aix (Provence), auxquels il rattache l'origine de la source thermale d'Aix, p. 465. — Communication de fragments de roche polie et striée prise près Chambéry, p. 467. — Exposé de la série des terrains tertiaires de Savoie, p. 484. — Il cite la disposition du terrain tertiaire par rapport au calcaire à *Chama* aux environs de Chambéry pour combattre les relations que M. Matheron veut voir entre le terrain crétacé et le jurassique, p. 518.

Charpentier (de). Note de M. Leblanc relative à son ouvrage sur les glaciers et le terrain erratique du bassin du Rhône, p. 125. — Cause des glaciers anciens, introduction d'une vapeur d'eau disproportionnée, p. 125. — Même travail, cité p. 316. — Son opinion sur les dépôts diluviens et leur coïncidence avec les grands froids, p. 197. — Son hypothèse sur les glaciers généraux, citée comme pouvant expliquer, suivant M. Martins, les formes du terrain de transport, p. 343. — M. Deluc attaque l'opinion de M. de Charpentier, qui suppose que des glaces avaient couvert le canton de Vaud pendant une longue suite d'années, p. 368, 371. — Il critique la distinction du terrain erratique et du terrain diluvien; la limite qu'il assigne aux blocs, et la cause de leur soulèvement, p. 369, 370. — Son opinion sur les crevasses du calcaire du lias du Faulhorn, p. 374.

Château-Vieil-le-Rouge. Cité pour le calcaire d'eau douce à Hélices, p. 479.

Citis. Étang salé visité par la Société, qui y remarque la molasse reposant sur des couches de grès perforé par des Pholades, p. 415.

Classifications. Réflexions de M. Boué

sur les classifications avec les moyens paléontologiques; erreur à éviter, p. 91. 92.

Clement-Mullet. — Rapport sur les comptes du trésorier pour l'année 1841, p. 469. — Observations sur la forme prismatique du basalte, p. 465. — Il nie le passage du terrain c étacé au terrain jurassique; faits cités; réflexions sur la distribution des fossiles et l'état des terrains, p. 482, 483, 484.

Cobalt. Coloration des grès des environs de Paris par ce minéral; époque relative de coloration, p. 205.

Coire. Formes des terrains de transport dans les alentours de cette ville, p. 332, 333. — Deltas et ozars rappeles, p. 335.

Collections géologiques. Procédé indiqué par M. Haidinger pour leur associer les coupes des terrains, p. 81.

Collegno (de). Note sur les terrains de la Toscane, p. 263. — Ses travaux sur les collines de la Superga rappelés, p. 265. 266. — Extrait de son mémoire sur le métamorphisme des roches, p. 314. — Analyse de l'ouvrage de M. de Charpentier sur les glaciers du Rhône, p. 306.

Conotheutis. Description par M. A. d'Orbigny de ce nouveau fossile trouvé par M. Dupin dans le terrain néocomien du département de l'Aube, p. 396, 397. — Il fait le passage des Belemnites aux Ommostrèphes; considérations tirées de la forme allongée de son osselet, p. 396, 397.

Coquand. Note de M. S. Gras sur un gite de spilite du Villard-d'Arene (Hautes-Alpes), pour répondre aux assertions émises par M. Coquand sur ce spilite. p. 93. — Extrait du travail de M. Coquand sur les roches ignées du Var, et notamment sur les spilites ou mélaphyres, p. 407, 408. — Arguments que M. Coquand trouve dans la disposition du spilite du Plan de la Tour pour combattre les idées de M. Gras sur cette espèce de roche, p. 408, *note.* — Observations sur le classement du terrain à *Chama ammonia*, par M. Matheron, p. 441. — Divisions admises par lui dans le terrain néocomien, p. 443. — Observations sur le mode du dépôt des terrains gypseux d'Aix, qui, suivant lui, détruit les idées de M. Marcel de Serres, p. 465. — Il soutient contre M. Matheron l'absence de liaison entre le calcaire à *Chama* et le terrain jurassique, p. 481, 482. — Description de la molasse des environs d'Aix, p. 486. — Observations de M. Matheron, p. 488. — Le terrain à Nummulites des Basses-Alpes est pour lui l'equivalent du calcaire grossier de Paris, p. 492. — Il partage l'opinion de M. Matheron sur l'identité du terrain de la Bedoule avec celui d'Escragnolles; et sur le terrain ferrugineux de Cassis, et sur l'erreur de classement reprochée à M. d'Orbigny, p. 517. — Discours de clôture de la réunion extraordinaire, avec indication des terrains particulièrement observés, p. 525 et suiv.

Coquilles. Analogie entre les coquilles du calcaire carbonifère de la terre de Van-Diémen et celles de cette formation dans le Spitzberg, p. 25, *note.* — Coquilles des dépôts modernes de Bell-Sund, p. 26. — Coquilles d'eau douce vues dans un fallun du golfe de Bothnie, p. 36. — Du sol d'atterrissement de la Seine, p. 68. — Du tuf de Resson, p. 71. — Du calcaire à Astartes, p. 78, 79. — Associées aux Bélemnites et Orthocères dans le Tyrol, p. 132. — Description de l'hélicomètre, instrument destiné à la mesure des coquilles, manière de s'en servir, planches, p. 200 et suiv. — Division des coquilles suivant les angles de la spire; manière de les déterminer; détermination de la forme des coquilles, p. 202 et suiv. — Coquilles vues par Pallas dans les marnes supérieures ou gravier et sable qui sert de gisement aux os de mammouth, p. 213. — Coquilles accompagnant les dépôts de lignites dans les Pyrénées, p. 233. — Les attérissements en Calabre, p. 236. — Des terrains tertiaires ophiolitiques, p. 268. — Des marnes bleues et des sables jaunes du terrain supérieur de la Toscane, p. 271, 277. — Des dépôts sédimenteux des gypses de la vallée de Montmorency, p. 293, 294. — Indication par M. Hier des coquilles qui caractérisent chaque groupe du terrain néocomien, p. 299 — Coquilles du calcaire de montagne de la Sierra di Moncayo, p. 353. — Des deux étages crétacés du golfe de la Loire, p. 358. — Caractères qui,

suivant M. Desmoulins, séparent la *Cyprina islandica* de la *Cyprina islandicoïdes*, p. 384. — Coquilles du terrain analogue à la craie chloritée, p. 418. — De l'oxford clay et du lias en Provence, p. 424. — Du gypse d'Aix (Provence), p. 433. — D'un terrain lacustre voisin de Marseille, p. 466. — Du calcaire qui contient le lignite dans le bassin d'Aix, p. 374. — Du muschelkalk vu au volcan de Rougier, p. 477. — Du lias et de l'étage jurassique inférieur de la montagne de Mazaugue, p. 478. — *Itieria*, genre nouveau de coquille, p. 493. — Identité entre l'Exog. de Gargas et l'Exog. Couloni, p. 508, 509.

Coral-rag. Sa liaison avec le calcaire à Astartes, p. 78. — Coral-rag de la Moravie placé sous le grès carpathique; ses rapports avec celui d'autres pays voisins, aptychus y formant une Lumachelle, p. 304. — Calcaire corallien cité à Laferté-Bernard comme supportant immédiatement le terrain crétacé, p. 356. — A Encomoy, dans la Sarthe, avec des crinoïdes, p. 357. — Nombre des espèces de Belemnites propres aux couches coralliennes; noms de ces espèces; groupes spéciaux, p. 393, 394, 395. — Coral-rag cité dans les Basses-Alpes, p. 424.

Corbeil. Description de gisements des fossiles trouvés dans le voisinage de cette ville, par M. C. Prevost; disposition du sol et des cavités; différence entre l'état des os enfermés dans le sable et ceux enfermés dans le limon calcaire; noms des espèces d'animaux; analogie entre ce dépôt et celui signalé par Guettard; mélange d'animaux du nord et du midi, conclusions pour fixer le mode d'enfouissement; ces animaux n'ont pu vivre ensemble, suivant M. C. Prevost, p. 311, 312, 313.

Cordier. — Observations sur les Hippurites du voisinage de Rennes, p. 162. — Explication des éruptions volcaniques, par la contraction de l'écorce solide du globe, p. 239. — Observation sur l'emploi des baromètres, p. 311.

Cordilières. Les argiles pampéennes, suivant M. Alc. d'Orbigny, coïncident avec l'époque à laquelle les Cordilières ont pris leur relief, p. 253.

Corse. Direction du Mont-Dore (Auvergne), la même que celle du système de la Corse, suivant M. Rozet, p. 224. — Age de ce système, *ibid.* — Connexions entre les révolutions géologiques de la Corse et les éruptions trachitiques en Auvergne, p. 225.

Cottet. Os fossiles de poissons et de sauriens trouvés par lui dans la craie blanche, à Créney (Aube), p. 371, 372.

Craie. Suivant M. E. Robert, les courants sous-marins ont agi sur le relief de ce terrain, p. 11. — Zones de rudistes établies par M. A. d'Orbigny dans les craies blanches et chloritées; indication des espèces et des localités, p. 154, 159. — Résumé; considérations générales, p. 159 et suiv. — Tableau, p. 162. — Craie indiquée dans l'Amérique méridionale, p. 253. — Le calcaire à Nummulites de Mosciano rapporté à la craie, p. 315. — Entre la craie et le terrain tertiaire près Paris, on observe des phénomènes de ravinement, p. 319. — Aptychus trouvé dans la craie blanche de Reims, p. 321. — Manière dont se présente la craie chloritée dans le bassin crétacé de la Loire; fossiles qu'on y trouve, p. 356, 357, 358 — Calcaires et silex qu'on voit dans la craie se reproduisent dans toute la période tertiaire, p. 364. — Craie en Normandie, en Picardie, recouverte par une glaise brune avec silex brisés et roulés, p. 365. — Os fossiles trouvés par M Cottet dans la craie blanche sans silex, mais pyriteuse de Crenay (Aube), p. 371, 372. — Craie à silex à Varangeville, surmontée par les sables et les argiles, p. 388.

Cranies. Rapports entre les cranies et les hippurites et radiolites, suivant M. d'Orbigny, p. 149. — Observation de M. Michelin; réponse de M. d'Orbigny, p. 162. — Classement des cranies, p. 150. — Localités où on les observe surtout; espèces citées, p. 158, 159. — Formant seules la 5e zone des rudistes, p. 160. — Vivent encore dans la Méditerranée et la mer des Indes, p. 159.

Cratères. Il ne s'est jamais formé de cratères véritables autour des orifices d'éruption des basaltes en Auvergne, p. 225. — Place occupée

par les cratères des volcans éteints de l'Auvergne; ordre dans lequel ils sont rangés, p. 225. — Disposition d'une partie des cratères du Puy-de-Dôme, p. 226. — Lac Pavin; cratère d'explosion, p. 226. — Autres cratères disposés en ligne; substances dont ils sont formés, *ibid.* — Mémoire de M. Pilla sur le cratère de soulèvement de Roccamonfina, p. 316.

Crenay (Aube). Os de poissons et de sauriens trouvés dans une carrière de cette localité, ouverte dans la craie blanche sans silex, pyriteuse, p. 371, 372.

Crevasses. Observées dans le calcaire du lias au Faulhorn; M. de Charpentier les attribue à des glaciers diluviens et à des eaux qui en provenaient, p. 371.

Cuivre. Le terrain dit Permien par M. de Verneuil, en fournit beaucoup, p. 12. — Documents fournis par M. E. Robert sur les mines de cuivre de Kaafiord et Raipas, p. 32. — Cuivre à divers états dans le N.-E. du Tyrol, p. 132. — Calcaire à cuivre gris, *ibid.* — Note par M. S. Semmola, sur le cuivre oxydé natif ou *Tenorite*, p. 206. — Indiqué à Sainte-Constance (Espagne), p. 354.

Cyprina islandica. Différences qui séparent cette coquille de la Cyprina islandicoïdes, que M. Lamarck avait regardée comme analogue; travaux de MM. de Blainville et Deshayes sur ces coquilles, p. 384.

D

Dauphiné. Double assise diluvienne observée en cette province par M. de Beaumont, p. 198.

Deltas inclinés ou cônes d'éboulement, ou *Schuttkegel* des Allemands, l'une des formes du terrain de transport, lieu où on les rencontre plus particulièrement, p. 334, 335, 336. — Synonymie usitée par divers savants, p. 336.

Deluc. Observation contre l'origine attribuée aux stries; l'explication donnée par M. Leblanc ne s'accorde pas, suivant lui, avec ce qu'a dit M. de Saussure des blocs de Laferrières, p. 368. — Il combat l'hypothèse de M. de Charpentier, qui veut que le pays de Vaud ait été couvert d'un immense glacier; et la cause donnée au mouvement progressif des glaciers, p. 368, 369. — Erreur commise par M. Venetz à l'égard des blocs erratiques; localités de la basse Suisse où il a vu de ces blocs; son opinion sur leur mode de transport et sur leur âge, p. 369, 370. — Raisons tirées de la paléontologie contre les grands glaciers, p. 370, 371.

Déluge de l'Ardenne proposé par M. d'Omalius; son effet, p. 59.

Densité des couches de la terre va croissant de la circonférence au centre, suivant M. de Laplace et les calculs cités de MM. de Beaumont et Reich, p. 251.

Deshayes. Observations de M. Boué sur sa classification des coquilles dans leurs rapports avec les terrains, p. 86, 88. — Ses études sur la température de la terre, citées p. 239. — Ses travaux sur les Cyprines, cités p 385.

Desmoulins. Note sur les caractères qui separent la *Cyprina islandica* de la *Cyprina islandicoïdes*, p. 384.

Desnoyers (J.). Observation sur l'existence des brèches osseuses et des cavernes à ossements dans le bassin de Paris, et plus particulièrement sur un nouveau gisement d'ossements de mammifères fossiles à Montmorency, p. 290.

Diamants. Ont, suivant M. Pissis, leur gisement dans un grès de la formation phylladienne du Brésil, p. 288.

Diluvium, dépôts diluviens. Sur les dépôts de cette nature du département de l'Aube par M. Leymerie, p. 63. — Introduction, *ib.* — Caractères qui distinguent les dépôts diluviens des alluvions, p. 65. — Nature de ce terrain dans les diverses parties du bassin de la Seine, largeur et puissance, p. 66, 67. — Nature du gravier, p. 67, 68, 69. — Terre jaune, son analogie avec le lehm de la vallée du Rhin, p. 68. — Diluvium de la vallée de l'Aube, sa composition, sa circonscription, sa disposition, p. 71, 72, 73, 74. — Il forme une couche aquifère, p. 74. — Diluvium de

la vallée de l'Armance, sa nature, son développement et sa circonscription, p. 74, 75. — Résumé, gravier jurassique et roches élémentaires en rapport avec les roches qui encaissent les rivières; point de débris humains ou d'industrie humaine, p. 76. — Différence entre le diluvium troyen et le diluvium parisien, p. 76, *note*. — Considérations générales, stratification, élévation, p. 76, 77. — Diluvium des régions boréales expliqué, suivant M. Rozet, par le déplacement de l'axe du globe et le mouvement des eaux qui suivit, p. 176. — Soulèvement des Andes, cause présumée du diluvium, p. 196. — Débris de mammouth dans le diluvium et les alluvions modernes, p. 197.— Suivant M. de Charpentier et C. Prevost, il y a eu autant de dépôts diluviens que de soulèvements; faits cités à l'appui par MM. E. de Beaumont et Rozet; caractères qui distinguent les diluviums anciens des modernes, p. 197, 198. — Terrain diluvien de l'Auvergne, gisement; il est de deux époques; caractères qui les distinguent, p. 221. — Dans le rameau qui vient des montagnes du Forez, les coulées basaltiques ont traversé le terrain diluvien; les nappes en recouvrent les cailloux; conséquences qui en découlent pour la fixation de leur âge, p. 224, 225. — Explication de la possibilité d'un diluvium à chaque révolution du globe, par M. de Roys; fait confirmatif, cité d'après M. Rozet, p. 245 et *note*. — Argile plastique du S.-E. du bassin de Paris, offre les caractères d'un diluvium, suivant M. de Roys, p. 245.— Cerfs fossiles trouvés dans le terrain diluvien de la Toscane, p. 316. — Coupes de terrain diluvien reposant sur la craie dans le bassin de Paris; galets plus noirs à la partie supérieure; explication du phénomène, p. 350. — Eléments qui composent le diluvium des environs de Paris, suivant M. Leblanc, qui y signale deux coulées principales, sable et limon, et quelques silex à la base; localités citées, p. 360.— Suivant M. Deluc, M. de Charpentier distingue sans motifs le terrain diluvien du terrain erratique, p. 369.

Diorites. Disséminés sur les roches stratifiées de la formation phylladienne au Brésil, sur laquelle ils semblent s'être épanchés, p. 287, 288. — Ils sont contemporains du second soulèvement, p. 290.

Disentis. Description de cette vallée; terrasses qu'on y observe, p. 325.— Citée pour les corps diluviens; hauteur, p. 337. — Noms des terrasses, leur hauteur, p. 338. — M. Martins n'y a point vu de surfaces polies, p. 343.

Dissolution. Considérations sur la propriété dissolvante de l'eau et des liquides, et sur les causes qui peuvent l'augmenter ou la diminuer; sur la dissolution des gaz, par M. Angelot, p. 179, 180.

Dolomie. Citée à Auriol (Provence), p. 475. — Calcaire dolomitique présumé jurassique, supportant le terrain néocomien à Mazaugne, p. 477.

Domite. Nature de cette roche, p. 222. — Montagnes qui en sont formées; elle a été traversée par les déjections volcaniques; preuves du soulèvement de ces puys, p. 222, 223. — Accidents que présente la domite dans divers points, p. 226.—Ses éléments.

Domleschg. Forme des terrains de transport dans cette vallée du Rhin; terrasse de Réalta, p. 330. — Hauteur, p. 338.

Donetz. Couches houillères abondantes dans ce terrain; manière dont elles se présentent; elles sont associées à des calcaires à *Productus*, p. 13.

Dufrénoy. Présente la carte géologique de France, explication du plan, tableau général des formations, etc., p. 100 et suiv. — Indication de calculs qui prouvent que la densité des couches de la terre croît de la circonférence vers le centre, p. 251.

Dupin. Conotheutis, nouveau céphalopode fossile trouvé par lui dans le terrain néocomien du département de l'Aube, p. 396, 397.

Duval. Liste d'ossements fossiles trouvés par lui à Bicêtre, près Paris, p. 297.—Réponse de M. A. d'Orbigny à une erreur que M. Duval lui reprochait d'avoir commise dans son indication des Belemnites propres au terrain néocomien, p. 395, *note*.

E

Eau. Considérations, par M. Angelot, sur sa propriété dissolvante et sur les causes qui peuvent l'influencer, p. 179. — Eau contenue dans les matières de l'intérieur du globe, p. 186. — Action de l'eau dans les phénomènes volcaniques, p. 186. — Communication entre la mer et l'intérieur du globe, p. 187. — Phénomènes que présente une colonne d'eau, depuis son origine jusqu'au foyer intérieur, p. 187, 188. — Effets de la pression, p. 190. — Passe à l'état gazeux; force élastique de la vapeur; dilatation, p. 189, 191. — Figure explicative, p. 192. — Mouvements relatifs des molécules de l'eau dans l'intérieur de la colonne, p. 193. — Eau liquide à une haute température, p. 189, *note*. — Rôle joué par l'eau dans le refroidissement du globe; comparaison du calorique absorbé par l'eau pour passer à l'état d'ébullition avec celui qu'elle absorbe pour arriver à l'état de vapeur, p. 240. — Effets de l'évaporation, p. 241. — Etablissement du flux et du reflux; action dans le refroidissement, p. 242. — Congélation de l'eau retardée, par M. Gay-Lussac, p. 377. — Recherches sur le calorique de fluidité de l'eau et de diverses substances, p. 400, 401.

Ebre. — Le terrain tertiaire du bassin de ce fleuve a été déposé dans un lac formé par la chaîne de Moncayo; disposition de ce terrain; gypse en couches horizontales; son origine présumée, p. 353. — Ce terrain est très stérile, *ibid*.

Echinides. Note de M. Catullo sur l'impossibilité de dire à quelle espèce les piquants d'Échinides fossiles ont appartenu, p. 262.

Eclogite grenatifère citée dans la vallée de l'Œtzthal, en Tyrol, p. 302.

Edessa, voir *Vodenna*.

Elbe. Mémoire de M. Kranz sur cette île, avec cartes et coupes, cité p. 140. — Autre Mémoire de M. Savi sur cette île, cité p. 317.

Eléphants fossiles trouvés dans le terrain diluvien du département de l'Aube, p. 68, 73, 75, 76.

Élie de Beaumont. Ses travaux dans l'exécution de la carte générale géologique de France, p. 100 et suivantes. — Ses idées sur la vapeur d'eau citées, p. 194. — Instructions données pour l'observation des ozars, p. 166. — Son point de départ pour la théorie des soulèvements, *ibid*. — Ses calculs sur la densité des couches du globe, indiqués, p. 251.

Engrenier. Étang salé où l'on voit la marne rougeâtre supportant la molasse coquillière, p. 416. — Différences signalées par M. Michelin entre les bords de l'étang de la Valduc et ceux de l'Engrenier; analogie avec le terrain de la Superga, p. 422.

Enos. Documents sur ce golfe, p. 34. — Monts trachytiques vus dans le sol tertiaire, p. 140, 143.

Era (Toscane). Vallée de ce nom citée pour le terrain tertiaire ophiolitique, p. 268. — Marnes bleues micacées abondantes en coquilles, p. 271. — Source de cette rivière citée pour les marnes bleues tertiaires salifères, p. 273. — Phénomènes géologiques de cette vallée indiqués, sables jaunâtres, marnes bleues, p. 277, 278. — Fossiles, p. 278. — Roche analogue à la minette d'Alsace, ses caractères, p. 277, *note*.

Espagne. Le vieux grès rouge et le calcaire de montagne dominent dans l'intérieur de l'Espagne, p. 351. — Les soulèvements ont produit des enlacements de chaînes difficiles à reconnaître, p. 351. — Couche oxfordienne avec belemnites, du bassin méditerranéen commençant en Espagne, p. 396.

Esterel. Cette chaîne a été redressée par le porphyre bleu quarzifère des eaux, p. 408. — On y voit de beaux exemples de l'intercalation des méléphyres dans les grès bigarrés, p. 409, *notes*.

Ezquerra del Bayo (Joaquin). Extrait de la notice sur la Sierra di Moncayo, p. 350.

F

Falun ayant l'aspect de molasse observé par M. E. Robert à la rade de Bell-Sund, p. 26. — Opinion de M. Cordier sur l'âge de ce terrain, p. 26, *note*. — Falun observé par M. Robert dans l'île de Mageræ et dans celle de Rolf-æ, où il est l'analogue de celui de la Touraine, p. 30. —Sur les côtes de la Norwége, p. 36.

Faulhorn. Note sur le groupe du Faulhorn dans le canton de Berne, par M. Martins, p. 372.—Circonscription de cette montagne, hauteur, étymologie, p. 372, 373.—Ensemble auquel il se rattache; les parties supérieures sont néocomiennes; fossiles; calcaire mêlé de grès; disposition des couches; étymologie du nom Faulhorn, p. 373. — Lacs dont est parsemé ce groupe; le terrain néocomien repose sur le calcaire lias jurassique sillonné de crevasses; origine de ces crevasses suivant M. de Charpentier: on ne voit point de glacier proprement dit, mais seulement des neiges congelées en glacier sans *nevé*, p. 374.

Fauvergue. Reflexion sur le rapprochement de la terre du soleil, p. 52.

Fer. Fer titané vu dans la sélagite de Bell-Sund, p. 23. — Fer carbonaté (sidérose) observé dans la houille de Bell-Sund; opinion de M. Brongniart sur ce fer, p. 24, et *note*. — Variétés de fer vues dans les mines de Kaafiord et de Raipas, p. 32. — Fer exploité à Kaengis (Laponie), p. 34. — Grès et sables supérieurs des environs de Paris colorés par l'oxide de fer, suivant M. C. Prevost; observations analogues faites par M. d'Archiac, p. 205, 206.—Fer à divers états cités dans les schistes talqueux de Novara (Sicile), p. 254.—Recherches sur des minerais de fer hydroxidé, et notamment de fer pisolitique, par M. E. Robert, p. 348 — Fer oligiste dans le vieux grès rouge de la Sierra di Moncayo, p. 352. — Fer à divers états dans la mine de Sainte-Constance (Espagne), p. 354. — Dépôt ferrugineux cité à Notre-Dame-des-Anges, conjecture sur son origine, p. 499.

Filons. Époque de l'apparition de filons granitiques et métallifères en Toscane; leur direction et leur rapport avec d'autres phénomènes de dislocation, p. 282.— Serpentines de l'île d'Elbe traversées par des filons granitiques, p. 281.—Les filons métallifères de la Toscane leur sont contemporains, *ibid.* — Mont-Valérien traversé par un énorme filon rempli de sable, p. 362.

Florence. Resumé par M. Leblanc des principales questions traitées dans la section de géologie du congrès scientifique de Florence en octobre 1841, p. 313. — Note de M. de Collegno sur le métamorphisme des roches, p. 314.—Mémoire de M. Pareto sur les îles Gorgona et Capraja; description de la caverne de la province de Vérone par M. Catullo; excursion à Mosciano, p. 315.—Course géologique à la montagne de l'Impruneta; analyse de l'ouvrage de M. de Charpentier sur les glaciers du Rhône; mémoire de M. Pilla sur le cratère de soulèvement de Roccamonfina, p. 316.—Cartes géologiques diverses annoncées; notice sur les environs de Rome, citée avec éloge, p. 317.— Accueil fait aux savants, p. 318.

Fondachelli. Atterrissements formés par cette rivière en Sicile, mesure de ces atterrissements par M. Paillette, p. 235, 236.

Fontainebleau. Les monticules sableux de cette forêt paraissent, suivant M. Leblanc, correspondre au neuvième soulèvement de M. de Beaumont, p. 363.

Forez. Documents sur la nature du sol du rameau de ces montagnes perpendiculaires à la chaîne du Puy-de-Dôme, p. 224. — Éruptions basaltiques; leur direction; terrains traversés; âge de ces éruptions; rapports entre ce rameau et les Alpes, p. 224, 225.

Formations géologiques. Leurs divisions, leurs caractères généraux, leurs directions en France, suivant MM. E. de Beaumont et Dufrénoy, p. 108-111. — Identité dans les résultats obtenus par MM. A. d'Orbigny et Agassiz sur la répartition des fossiles dans les diverses formations, p. 356. — Les formations géologiques parisiennes vont toutes en s'amincissant sur les bords, p. 363.

France. Carte géologique générale de France; plan suivi par MM. E. de Beaumont et Dufrénoy dans son exécution, p. 100, 101. — Explication : figure générale des formations, p. 101, 102, 103. — Deux pôles, l'un creux, l'autre en relief; influence de chacun sur la civilisation et sur le cours des eaux, p. 104, 105. — Figures principales du relief; direction des rivières et des six crêtes des montagnes, p. 105, 106. — Configuration de la France, reproduite plus en grand par le massif de l'Europe, p. 106. — Époques différentes dans les soulèvements; cause de la différence de cratère, p. 107. — Tableau général des formations, p. 108.—Méthode suivie dans la classification des roches; ordre suivi pour les roches ignées, p. 111.—Indication des cinq massifs principaux de roches anciennes, p. 112. — Dépôts houillers, lias, p. 112, 113. — Division du travail descriptif à venir, p. 113.—Points de la France où on observe des formes régulières du terrain de transport, p. 322.

Fournet. Son opinion sur les terrains sédimentaires de la Toscane, citée, p. 281.

G

Gabbro-rosso. Suivant M. de Collegno, c'est une modification du macigno au contact des roches serpentineuses. p. 267. — Au Monte-Catini sont toutes les altérations subies par les roches crétacées passant au gabbro-rosso, p. 278, 279.

Galène argentifère, signalée dans le Tyrol, p. 132. — Dans les micacites du gneiss au Brésil, p. 284. — A Sainte-Constance en Espagne, p. 354.

Galets. Place occupée par les galets dans les diverses parties du bassin de Paris, p. 350. — Galets plus noirs à la partie inférieure; explication par M. Leblanc de ces phénomènes, *ibid.*

Gallienne (l'abbé). Découverte d'Aptychus dans les couches carbonifères de Sablé (Sarthe); d'une Bélemnite et de Rudistes dans la craie chloritée de Sainte-Cerotte, p. 359, 360.

Gargas. La Société voit dans cette montagne la dernière couche des marnes rouges passant au sable vert; ossements fossiles contenus dans une couche bitumineuse; couleur bleue que prennent ces ossements; analogie entre cette couche bitumineuse et les marnes rouges, p. 502. — Marnes dites néocomiennes, M. Coquand les regarde comme une dépendance du calcaire à *Chama;* M. Renaux, comme étant du *gault,* p. 503. — Raisons qui motivent son opinion, p. 503, 504. M. Itier partage cette manière de voir; réponse de M. Coquand, p. 506, 507. — Replique de MM. Renaux et Requien, p. 508, 509. — M. Michelin les place entre le néocomien et les grès verts, p. 509. — La molasse coquillière y manque, p. 505. — Identité entre l'*Exogyra* de Gargas et l'*Exogyra Couloni*, p. 508, 509.

Gassino (*Toscane*). Le calcaire de ce lieu n'est point, suivant MM. Pareto et Pasini, à la même hauteur que celui de Mosciano; il est recouvert par la molasse : essai d'explication du phénomène, p. 265.

Gault. M. A. d'Orbigny n'y a pas reconnu de Rudistes, p. 154. — Grès vert inférieur ou gault repose à la perte du Rhône, suivant M. Itier, en stratification concordante avec le terrain néocomien, p. 299. — Le gault manque dans le terrain crétacé de la Loire, suivant M. A. d'Orbigny; lieux où il a fait ses observations, p. 356, 358. — Fossiles du gault cités à Cassis et dans le département du Var, p. 419. — Le gault cité dans les Martigues et Aix en Provence, p. 422. — Marnes noirâtres de la montagne de Gargas rapportées au gault par MM. Renaux et Requien, etc.; opinion contraire de M. Coquand, p. 503, 507, 508. — Disposition du gault dans la vallée d'Apt, p. 504. — Erreur reprochée par M. Matheron à M. d'Orbigny, pour avoir classé dans la craie chloritée le terrain de Cassis, qui est du gault : MM. Itier et Matheron partagent cette opinion, p. 512-517.

Gay-Lussac. Retard apporté par lui dans la congélation de l'eau, p. 377.

Gaz. Causes des émanations des gaz

provenant de l'intérieur du globe, par M. Angelot, p. 178. — Ils sont une des causes du métamorphisme des roches, *ibid.* — Considérations sur la dissolution des gaz ; effets de la pression, p. 179. — Du refroidissement et de la solidification, p. 180. — Des gaz dissous dans les matières passant de l'état liquide à l'état solide, p. 181. — Explication du dégagement des matières gazeuses venant de l'intérieur de la terre, p. 182. — Actions chimiques, *ibid.* — Dégagement des gaz dissous dans la masse liquide devenant solide, p. 183. — Phénomène que présente une bulle dans ses dégagements, p. 183, 184. — Effets de la pression de l'écorce solide sur le dégagement des gaz, p. 185. — Considération sur la liquéfaction des gaz et la solidification des liquides, p. 377, 378. — Note additionnelle de M. Angelot sur les causes des émanations gazeuses provenant de l'intérieur du globe, p. 398.—Raisons qui portent M. Angelot à admettre l'introduction des eaux de la mer pour expliquer les émanations gazeuses, p. 402.

Géologie générale. Principes établis par MM. Dufrénoy et E. de Beaumont dans le classement des terrains, p. 107. — Coordination des caractères fournis par les trois règnes, p. 108. — Ordre de classement pour les roches ignées, p. 111. — Division, classification et caractères généraux des formations en France, d'après MM. E. de Beaumont et Dufrénoy, p. 108-111. — Sur les inégalités de la structure du globe, par M. Rozet, p. 175. — Ligne que suit un courant venant du N., p. 178.—Réflexions de M. Boué sur l'état de la géologie et des fossiles, p. 303. — Identité dans les résultats obtenus par MM. A. d'Orbigny et Agassiz sur la répartition des fossiles dans les étages géologiques, p. 376. — Les buttes isolées du bassin de Paris ne sont point les restes d'un grand tout dénudé, p. 363. — Conjecture sur l'origine éruptive et sédimenteuse du terrain tertiaire du bassin de Paris, *ibid.* — Réflexions de M. Clément sur la manière d'étudier les terrains, p. 484. — Discours de M. Tessier sur les travaux de la Société de géologie en général, p. 521. — Résumé des formations observées pendant le cours de la réunion extraordinaire, p. 526 et suiv.

Glaces. Explication par M. Rozet du transport des glaces sur l'équateur, p. 176.—M. Deluc combat l'opinion de M. de Charpentier, qui suppose que le canton de Vaud a été couvert pendant longues années ; raisons qu'il donne, p. 368, 371.

Glaciers. Place qu'ils occupent au Spitzberg ; manière dont les éboulements de glace se font dans la mer ; eau lancée par des trous existant dans la glace, p. 27, 28, 29. — Preuves apportées par M. Renoir que les glaciers ont été jadis plus puissants qu'ils ne le sont aujourd'hui, p. 47. — Développement incontestable des glaciers à la suite de l'époque tertiaire, p. 49. — Si les glaciers actuels cessaient d'exister, il ne s'en formerait pas de nouveaux, p. 50. — Observations de M. Angelot, p. 54. — Réflexions de M. Boué sur les glaciers, p. 89, 90. — Historique de cette théorie, p. 90. — Ouvrage de M. de Charpentier sur les glaciers du bassin du Rhône ; hypothèse explicative de l'existence de glaciers anciens, p. 125, 316. — Traces de glaciers anciens au Mont-Cenis, par M. Leblanc ; stries des roches ; températures ; calcul sur les températures, p. 126, 127. — Glacier dont la marche use la roche et la creuse en la polissant et la rayant, p 163, 164. — Caractères des glaciers de la Suisse vus dans les montagnes du Spitzberg, p. 196. — Suivant M. de Charpentier, les blocs erratiques coïncident avec les grands glaciers, p. 198. — Action des anciens glaciers dans la vallée de la Têta (Pyrénées), p. 234. — Ruptures causées dans cette vallée par la fonte des glaciers, *ibid.* — Explication par M. de Roys de la formation des grands glaciers, p. 244. — Traces de glaciers anciens, observées par M. Boubée dans les Pyrénées et les Cévennes, p. 346. — M. Deluc combat l'idée que le mouvement des glaciers soit produit par la dilatation de la glace ; faits cités à l'appui, p. 369. — Le Faulhorn est dépourvu de glaciers proprement dits ; la neige s'y congèle en glaciers sans nevé, p. 374. — Roches polies et striées de la grotte aux Fées étrangères au phénomène des glaciers ; conséquences que M. Itier en tire contre l'abus de la théorie des glaciers, p. 469, 472.

Globe terrestre. Preuves de la température élevée du Spitzberg dans les temps primitifs, déduites par M. E. Robert des végétaux houillers, p. 24, 25. — Observations sur son refroidissement et les causes qui ont pu y concourir, p. 43, 44. — Le refroidissement du globe plus avancé à l'équateur qu'aux pôles, p. 47, 48. — Réflexion de M. Fauverge sur le rapprochement de la terre du soleil, p. 52. — Observations de M. Angelot, p. 53. — Considérations sur l'apparition des êtres vivants à la surface, p. 84, 85. — *ibid.* de M. Boué — Détermination rigoureuse par M. Walferdin de l'accroissement de la température intérieure du globe, p. 123. *note.* — Sur les inégalités de la structure du globe, par M. Rozet, p. 175. — Différences entre les résultats donnés par l'astronomie et ceux donnés par la géodésie; conséquence de la différence entre les arcs géodésiques et astronomiques, *ibid.* — Déplacement de l'axe du globe à chaque production de chaîne de montagnes, p. 175, 176. — Effets de ces déplacements et des crevasses de l'écorce du globe, p. 176. — Influences des inégalités de la structure du globe sur l'atmosphère prouvée par le calcul; terre déformée par suite de son encroûtement, *ibid.* — Ces explications confirment, suivant M. C. Prevost, sa théorie des affaissements, p. 177. — Mouvement alternatif des eaux vers l'équateur et les deux pôles, p. 176, 177. — Oscillations accompagnant le déplacement de l'axe du globe; conséquence qu'en tire M. Angelot, p. 178. — Sur les émanations de gaz venant de l'intérieur du globe, *ibid.* — Effet du refroidissement du globe sur les matières gazeuses, p. 181. — Température du globe à certaines profondeurs, p. 187. — Proportion du sol exondé, *ibid.* — Globe fortement disloqué là où est l'Auvergne; quatre lignes de dislocation s'y croisent, p. 229. — Modifications éprouvées par l'arc du méridien près le Puy-de-Dôme; courbure nécessaire à admettre pour faire concorder les résultats géodésiques et atmosphériques, p. 229, 230. — La contraction de l'écorce solide modifie la forme du globe par suite de la pression; mouvement des eaux de l'équateur vers le pôle; action du soleil sur les eaux; influence des flux et reflux pour le refroidissement, p. 242. — Lignes de rupture perpendiculaires à un même grand cercle, p 243. — Oscillations causées par les parties repoussées de l'intérieur; dépressions venues à la suite, *ibid.* — Bouleversements dans les terrains, p. 244. — Formation des grands glaciers, destruction des êtres; action du soleil dans les régions tropicales où la vie se conserva, *ibid.* — Métamorphisme des roches, *ibid.* — Explication de l'existence d'un diluvium à chaque révolution du globe, p. 245. — Le globe a atteint, suivant M. de Roys, sa limite de refroidissement; le volume de l'enveloppe demeurera constant, p. 245. — Densité des couches de la terre croît de la circonférence au centre, suivant M. de Laplace; résultat des calculs de MM. de Beaumont et Reich, p. 251, 252. — Nouvelle considération de M. Angelot sur le refroidissement des corps, et du globe en particulier, p. 377, 381. — Recherches sur le volume de la couche liquide, qui se solidifie annuellement dans l'intérieur du globe, p. 399. — Couche de glace que la quantité de chaleur qui sort chaque année de la terre peut fondre, p. 399, 400. — La couche du globe qui se solidifie annuellement est de la même nature que les laves, p. 400.

Glockner. Son travail sur le calcaire jurassique de Kurowitz en Moravie, et sur l'*Aptycus imbricatus*, etc., cité avec éloge par M. Boué, p. 304.

Gneiss. Leptinoïde constituant la masse du cap Nord et les îles d'Alentour, p. 29, 30. — Gneiss à l'état de blocs erratiques en Laponie, p. 34 — Cité dans le Tyrol, p. 131. — En Esclavonie, avec filons de granite, p. 141. — A Broussa, p. 142. — Eaux thermales s'échappant entre le gneiss et les alluvions de l'Olympe, p. 142. — On voit en Auvergne le granite passer au gneiss, p. 220. — Gneiss et granite supportant des roches cambriennes aux monts Pelores (Sicile), p. 234. — Manière d'être du gneiss au Brésil; il est associé au granite, et divisé par l'Itabirite; altérations qu'il présente, métaux qu'il contient; il constitue les pics les plus élevés, p. 283, 284. — Il a souffert du soulèvement, p. 290. — Gneiss ou granite cité dans les vallées de

l'Oetz et du Schnals, p. 302. — Groupe de gneiss et de granite découvert par M. le comte Breuner sur les frontières de l'Esclavonie et de la Croatie, p. 305.

Gorgona. Cette île, suivant M. Pareto, est composée de schistes traversés par la serpentine; M. Savi rapporte ces schistes au macigno, p. 315.

Gosau. Erreurs commises dans la classification de ce terrain, p. 91. — Il est un membre du système crétacé, suivant M. Boué, p. 134. — Ammonites vues dans le dépôt de Gosau; observations critiques, réponse, p. 135. — Conséquences pour le classement, *ibid.* — Rapport entre les Rudistes d'Uchaux et ceux de Gosau, p. 157.

Granite en filons à Chasma (Esclavonie), p. 141. — Cité à Bronssa, p. 142. — Indiqué d'une manière générale dans les terrains de France, p. 111. — Étendue du terrain granitique en Auvergne; accidents qu'il présente près de Pont-Gibaud; il passe au gneiss; hauteur et inclinaison des couches, p. 219, 220. — Granite cité au Mont-Dore, p. 221. — Enveloppé de basalte, p. 223. — Le trachyte, dans plusieurs points, est sorti du granite; localités où on le voit, p. 222. — Cratère d'éruption; des laves sont placées sur la masse granitique; noms des cratères et puys qui s'y trouvent, p. 225, 226. — Volcans éteints placés sur la falaise granitique de la Limagne, p. 227. — Granite supportant des roches cambriennes au mont Pelores (Sicile), p. 234. — Affinité entre le granite et le gneiss au Brésil; est lié à une époque de soulèvement, p. 290. — Groupe de granite et de gneiss découvert par M. le comte Breuner sur les frontières de l'Esclavonie et de la Croatie, p. 305. — Granite et gneiss liés, en Auvergne, au terrain tertiaire par une couche de macigno ou d'arkose avec des fossiles, p. 266. — Veines saillantes de granite observées dans les Pyrénées par M. Angelot, preuve de son origine ignée, p. 380 et suiv.

Granitello. Nom donné en Italie au calcaire à Nummulites exploité à Musciano (Toscane), p. 265, 315.

Gras (Scipion). Note sur un gîte de spilite situé au-dessus du Villard d'Arène (Hautes-Alpes), en réponse à des assertions de M. Coquand sur le siége d'éruption des spilites de cette localité, et sur leur influence sur les roches voisines, p. 93. — Montagne des Trois-Evêchés, p. 94. — Considérations sur les calcaires avoisinant les spilites, p. 96. — Attaque de la théorie de M. Gras sur ces spilites, par M. Coquand; faits et arguments cités à l'appui, p. 408, *note*. — Causes assignées à ses erreurs sur les mélaphyres, p. 409, *note*.

Grauves (département de la Marne). Note de M. Viquesnel sur un marbre tertiaire de cette localité; son gisement; éléments qui entrent dans sa composition; variétés dans sa texture, p. 15, 16.

Graviers. Forme des graviers de la Seine et de l'Aube, leur origine, p. 67, 68, 71. — Usage, p. 70.

Grauwacke. Leur division dans le Tyrol, position et accidents, p. 131. — Citée au mont Pelores en Sicile, p. 234. — Grauwacke moderne citée dans le calcaire de montagne de la Sierra di Moncayo, comme fournissant des eaux thermales et sulfureuses, p. 352.

Grès ferrugineux lancé du sein de la terre, suivant M. d'Omalius, p. 62. — Grès phylladique, connu aussi sous le nom d'itacolumite, constituant un étage des terrains primordiaux de l'Amérique; lieux où il se montre; accidents qu'on y voit, son élévation. On les a confondus avec les quarzites talcifères, p. 286, 287. — Ces grès servent de gisement aux diamants, p. 288. — Le grès à Hélices de M. Rozet fait, suivant M. Coquand, partie intégrante de la molasse coquillière, p. 487.

Grès bigarré. Formes prismatiques signalées dans ce grès par M. Boubée; il les croit dues au retrait, p. 376. — Age des spilites de l'Esterel par rapport au grès bigarré, p. 407. — Cité dans la vallée de l'Arc (Provence), supportant le muschelkalk, p. 479.

Grès de Fontainebleau avec formes prismatiques, observés par M. Héricart-Ferrand, p. 376.

Grès rouge (*vieux, old red sandstone*). Son développement dans la Sierra di Moncayo, sa disposition, minéraux et empreintes végétales, p. 352.

Grès rouge quarzeux du grès vert, formant un des étages de la partie inférieure des terrains crétacés du golfe de la Loire, p. 356, 358.

Grès supérieurs colorés, suivant M. C. Prevost, par des oxides de fer, de manganèse et de cobalt, p. 205. — Explication; ces deux derniers métaux arrivés plus récemment, *ibid.* — Observation analogue, par MM. Michelin et d'Archiac, p. 206. — Puits naturel vu dans le grès par M. C. Prevost, p. 205.—Explication donnée par M. C. Prevost sur les sillons et les ravins qu'on observe dans les grès marins supérieurs aux carrières d'Orsay, p. 318. 319. — Grès manganésifère observé par M. Ch d'Orbigny, en 1837, près Saint-Ange, p. 349.

Grès vert à Hippurites. Ses relations avec le terrain tertiaire à lignites dans la Provence, p. 475. — Gypse, dolomie et cargneule vus dans ce terrain à Auriol, *ibid.*—Localités analogues, citées p. 476. — Terrain de grès vert appuyé à Mazaugue sur les tranches des marnes irisées, du lias et du terrain jurassique, p. 477.

Grès de Vienne. Cité comme contenant des Bélemnites et des Ammonites, p. 134.

Grisebach. Voyage en Romélie; mont Athos, p. 140. — Broussa, p. 142.—Enos, Vodena, p. 143.— Hypothèse sur l'origine du tuf calcaire de cette localité; observations de M. Boué, p. 144. 145. — Communication entre le lac Telovo et celui d'Ostrovo; observation de M. Boué, p. 145, 146.

Grotte aux Fées, près Chambéry. Echantillon de roche polie prise dans la cavité, communiqué par l'abbé Chamousset, p. 167. — Nouveaux détails donnés par M. Itier; conséquences qu'il en tire contre l'extension indéfinie de la théorie des glaciers, p. 469 et suiv.

Gryphées virgules. Marnes à Gryphées-virgules mêlées au calcaire à Astarte, p. 78. — Signalées dans le Var par M. A. d'Orbigny, p. 425.

Guettard. Gisement d'ossements fossiles signalés par lui, près d'Étampes, p. 312.

Gypse. Les grands dépôts de gypse d'une partie de la Russie, rapportés par M. de Verneuil au système qu'il appelle *Permien*, p. 12. — Gypse signalé dans la montagne des Trois-Evêchés (Hautes-Alpes), p. 94. — Gypse des marnes bleues du terrain tertiaire supérieur de Toscane; localités où il existe, considérations sur l'âge relatif, p. 272, 273. — Dislocations et failles dans le gypse de la vallée de Montmorency, érosions qui s'y forment, dépôts sédimenteux, nature de ces attérissements, et fossiles trouvés dans l'un d'eux, p. 292, 293, 294.—Gypse signalé dans le bassin tertiaire de l'Ebre, origine présumée de ce gypse, p. 353. — Puits naturels de gypse remplis par les marnes supérieures, p. 362. — Formation du gypse en amande et non affleurant dans le département de l'Aisne, p. 363. — Disposition du terrain gypseux dans le voisinage d'Aix (Provence); nature des couches qui composent ses deux étages; fossiles, p. 452, 453, 454. — Gypse vu à Beaulieu sous la molasse; étendue de ce terrain gypseux; son analogie avec le gypse parisien, p. 455, 456. — Dislocations qu'il a éprouvées, p. 456, 457. — L'éruption du basalte de Beaulieu est contemporaine du dépôt de gypse, p. 460. — Ce gypse résulte de l'action de l'acide sulfurique; époque de son émission, son mode d'action sur les êtres vivants, p. 463, 464. — Liaison entre ces phénomènes et la source thermale d'Aix, p. 465. — Les observations actuelles détruisent, suivant M. Coquand, la théorie de M. Marcel de Serres sur les gypses d'Aix, *ibid.* — Gypse observé par M. Matheron dans les environs de Marseille, sa manière d'être; source sulfureuse, p. 466, 467.—Gypse épigène et anhydre cité dans le calcaire jurassique d'Auriol (Provence), p. 675. — Considérations sur son classement, p. 480. — Le terrain à gypse d'Aix contient du lignite, suivant M. Coquand, p. 506.

Gyrogonites, graines de Chara. Os de Sauriens et Tortues avec gyrogonites trouvés par M. E. Robert dans le calcaire grossier marin de Passy, p. 348, 349.—Annonce par M. Ch. d'Orbigny de pareille découverte dans le calcaire lacustre, supérieur au calcaire marin, p. 349.—Suivant ce dernier, le calcaire à gyrogonites ne recouvre point les lignites du calcaire grossier, *ibid.*

H

Haidinger. Ses travaux sur les Alpes, cités, p. 134. — Il a trouvé des Bélemnites dans un calcaire supérieur du grès de Vienne, p. 134. — Carte de l'empire d'Autriche, annoncée, p. 303.

Hammerfest. Observations faites par M. E. Robert de traces du séjour de la mer sur les montagnes voisines; dépôt de scories volcaniques annoncées par les courants, origine de ces scories, direction des courants, p. 21.

Hébicart-Ferrand. Note sur le relief des roches qui forment les gorges d'Olioules; les formes prismatiques et les cavités qu'on y remarque, p. 374, 375. — Formes pareilles vues dans les grès de Fontainebleau, p. 376. — Observations de M. Boubée, p. 376.

Hélicomètre. Description de cet instrument de M. Alc. d'Orbigny; manière de s'en servir; planche, p. 200 et suiv. — Réclamation de M. Boubée relative à cet instrument; réponse de M. Alc. d'Orbigny, p. 376, 382, 386, 387.

Heufler (Louis de). Observations géognostiques et botaniques pendant un voyage dans la vallée d'Oetz et celle de Schnals, avec carte géographique, par MM. Stotter et L de Heufler, citées par extrait, p. 301, 302.

Hippurites. Documents sur ces fossiles dans les Considérations de M. d'Orbigny sur les Rudistes, p. 148 et suivantes. — Comparaison des Hippurites avec les Cranies, p. 149. — Observations de M. Michelin sur cette comparaison, p. 162. — Ordre et famille auxquels ils appartiennent, p. 150. — Espèces diverses citées et lieux où on les trouve, p. 154 et suiv. — Remarque de M. Cordier sur les Hippurites des environs de Rennes, p. 162.—Manière d'être du calcaire à Hippurites à Lafare, p. 413. — Différences établies par M. Matheron entre les Hippurites et les Radiolites réunies en un seul genre par M. Goldfuss, p. 520.

Hoffmann. Sa notice géologique sur les environs de Rome, citée, p. 37.

Hombres-Firmas (d'). Note sur une empreinte de feuilles de palmier chamœrops, trouvée dans les environs d'Alais; analogie qui en résulte entre ces terrains tertiaires et ceux de la Provence, p. 410.

Homme. Conjectures sur l'époque de son apparition sur la terre, p. 84, 85. -- Tous nos genres d'animaux et l'homme ont existé à la fin des dépôts tertiaires, suivant M. Boué, p 87.—Ossements humains avec des débris d'objets d'art signalés dans la vallée du Vernet (Pyrénées), p. 234.

Houille. Quelques savants ont regardé comme de la houille le combustible trouvé dans la marne bleue d'un terrain tertiaire supérieur de la Toscane; opinion contraire de M. Savi; analyse de ce combustible, empreintes végétales, p. 268, 269.— La houille ou charbon de terre de l'époque carbonifère doit, suivant M. de Collegno, son existence à des phénomènes normaux, p. 314.

Hebdina (Jean Néom.). Histoire des mines de sel de Wieliczka, avec description géognostique des terrains salifères, etc., citée avec éloge par M. Boué, p. 304.

I

Ichthyosarcolites. Documents sur cette division des Rudistes, dans la note de M. d'Orbigny sur ces êtres, p. 148. — Description, p. 151. — Espèces citées, terrains où elles sont, p. 154 et suiv.

Impruneta. Montagne près Florence, composée de macigno, d'alberèse, de marnes et argiles rouges; calcaire inclinant sous la serpentine qui passe à l'euphotide, p. 317. — Asbeste et diallage métalloïde, *ibid.*

Insectes. Mémoire sur les plantes et les insectes fossiles de Radefoy (Croatie), par M. Nuger, cité, p. 140. — Insectes du gypse d'Aix (Provence), p. 454.

Islande. Observations faites par M. Robert du séjour de la mer à diverses hauteurs, indiqué, p. 27, *note.*

Itabirite. Roche composée de quarz grenu et d'oligiste lamellaire, forme une couche interposée dans les talcites phylladiformes au Brésil; modifications qu'elle éprouve, p. 285.

Itacolumite. On a sous ce nom confondu, suivant M. Pissis, avec des quarzites talcifères des grès qui constituent un étage des terrains primordiaux du Brésil, p. 286.

Italie. Étendue des terrains crétacés dans le nord-ouest de l'Italie; roches qui les composent, p. 266, *note.* — Analogie entre les terrains tertiaires du nord-ouest de l'Italie et ceux de la Toscane, indiquée, p. 267, 270. — Analogie entre les terrains sédimentaires des deux mêmes pays, p. 276.

Itier (Jules). Extrait de son mémoire sur la formation néocomienne du département de l'Ain, p. 297. — Divisions qu'il y établit, p. 299. — Il voit aux Martigues les mêmes étages crétacés que dans l'Ain; il ne partage point les idées de M. Matheron sur le néocomien, p. 423. — Observations contre les relations que M. Matheron veut établir entre le calcaire jurassique et le néocomien, p. 444, 445. — Réplique de M. Matheron, p. 447. — Observations sur l'absence du prisme dans le basalte de Beaulieu, p. 476. — Nouveaux détails donnés sur la roche polie de la grotte aux Fées, p. 469. — Il soutient contre M. Matheron l'absence de relation entre le terrain à Chama et le terrain jurassique, p. 481, 482. — Rapports entre les terrains tertiaires de Provence et ceux de Savoie, p. 485. — Il appuie les idées de M. Matheron sur le terrain de Cassis, et combat de nouveau les relations qu'il admet entre le terrain jurassique et le terrain crétacé, p. 515, 516.

Itierie, Itieria. Fossile nouveau de l'oolite corallienne du département de l'Ain, décrit par M. Matheron, p. 493. — *Itieria Cabaneti*, p. 494. — M. A. d'Orbigny réclame la priorité pour cette description, p. 494, *note.*

J

Jura. Notice géologique sur ce département par M. Bourjot; essai d'explication de la disposition de la formation jurassique, p. 99.

K

Kaafiord. Documents sur la mine de plomb de ce nom, par M. E. Robert; le minerai est en filons dans le diorite; modifications éprouvées par la roche et par le minerai; variétés de fer et de chaux; asbeste, p. 31, 32. — Réflexion sur la disposition du minerai en filons, p. 31, *note.*

Kimmeridge-clay. Indiqué par M. Matheron comme manquant en Provence; assertion contraire de M. A. d'Orbigny, p. 425 et *note.*

Kirckel (J.-A.). Le monde orographique ou Description des montagnes de notre globe sous le rapport de leur composition, etc., ouvrage allemand cité avec éloge par M. Boué, p. 304.

Kotokeïno (Laponie). Nature géologique du sol dans lequel coule ce fleuve; sol d'atterrissement avec blocs transportés, p. 34. — Contrée, fond de mer, p. 34.

Kovalewski. Indication de son voyage dans le Monténégro, p. 146.

Kranz. Son mémoire sur la géologie de l'île d'Elbe, avec cartes et coupes, cité, p. 140.

Kressenberg. Réponse de M. Boué à des attaques de MM. Murchison et Sedgwick contre l'annonce de Bélemnites trouvées dans ce dépôt, p. 135.

L

La Bedoule. La Réunion extraordinaire y voit le calcaire à *Chama ammonia* et le calcaire marneux à *Spatangus retusus*, jurassique suivant M. Mathe-

ron, mais que le reste de la Réunion regarde comme néocomien; son analogie avec celui d'Apt, p. 510. — Et de Cassis, p. 511. — Ce calcaire est signalé par M. Itier comme pareil à celui de la perte du Rhône, p. 512. — Fossiles du terrain néocomien de la Bedoule, p. 514. — Terrains de diverses localités de Provence analogues à celui de la Bedoule, p. 513.

Lacs parsemés sur le Faulhorn, leur élévation, le *Hagelsée*, phénomènes qu'il présente; lacs des Sorcières, p. 373, 374.

La Fare. Observations faites par la Société; terrain d'eau douce et calcaire à hippurites, p. 412, 413. — On y constate les bords d'un bassin par des perforations, p. 413, 414. — *Chama ammonia*, p. 414.

La Ferrière (*Mont-Cenis*). Note de M. Leblanc sur les blocs de ce village: c'est la moraine d'un ancien glacier; roches striées et polies; causes de ces phénomènes, p. 126. — Son altitude, p. 127. — Suivant M. Delac, les explications de M. Leblanc sur ces blocs ne s'accordent point avec les détails donnés par M. de Saussure, p. 368.

Lamarck. Erreur dans laquelle, suivant M. Desmoulins, il est tombé à l'égard des *Cyprina islandica* et *islandicoides*, p. 384, 385.

Laplace (de). Déplacement de l'axe du globe établi par ses calculs, p. 175. — Son opinion sur la densité des couches du globe, p. 251, 252.

Laponie. Documents sur quelques parties de cette province; rivières du Kotokeïo, du Muonio et du Torneå-Elv, p. 33, 34, 35.

Lavalduc. Visite de cet étang par la Société; on y voit la molasse coquillière reposant sur un terrain rouge et s'abaissant sous le dépôt de cailloux de la Crau, p. 415. — M. Michelin voit des différences entre les bords de l'étang de Lavalduc et ceux d'Engrenier, p. 422.

Laves. Dégagement de gaz pendant le refroidissement des laves, p. 183, 194. — Époque de l'éruption des laves en Auvergne, p. 225. — Auteurs qui ont décrit ces laves; disposition des cratères en ellipse; étendue et direction de cette ellipse p. 225. — Autre série en ligne, p. 226, 227. — Phénomènes que présentent les cratères par lesquels se sont épanchées les laves et les nappes qu'elles forment; différences entre ces cratères et les fissures par lesquelles se sont échappés les basaltes, p. 225, 227. — Rapports entre les laves et les basaltes; causes de leur différence, p. 227. — Considérations sur les phénomènes qui accompagnent le refroidissement des laves, par M. de Roys, p. 250, 251. — Observations de M. Angelot sur ce sujet, p. 380. — Laves citées à l'île de Capraja, p. 315. — Considération sur le calorique dégagé par les laves passant à l'état solide, et sur leur calorique de fluidité, p. 400.

Leblanc. Note sur l'ouvrage de M. de Charpentier, qui traite des glaciers et du terrain erratique du bassin du Rhône, p. 125. — Sur la trace de glaciers anciens au Mont-Cenis et les blocs de La Ferrière, p. 126. — Observation de galets striés sous les blocs erratiques, p. 165. — Observation sur la direction suivie par les blocs erratiques du N. et sur celle que suit un courant venant du N., p. 178. — Indication des instructions données par M. de Beaumont sur les *Ozars*, p. 195. — Caractères distinctifs des diluviums anciens et modernes, p. 197. — Observation de cavités dans des balles de plomb, citée, p. 248. — Il admet une partie de la théorie de M. de Roys, p. 251. — Indication des caractères qui distinguent les argiles alluviales des argiles plus anciennes, p. 254. — Note sur les travaux géologiques du congrès de Florence, p. 310. — Coupes de deux gisements de diluvium observées par lui près Paris, p. 349, 350. — Essai d'explication de la décoloration de galets à la partie supérieure, p. 350. — Note sur le diluvium des environs de Paris; les puits naturels et leur cause, p. 360, 361, 362. — Conjectures sur l'origine éruptive et sédimentaire du terrain tertiaire, p. 363. — Suivant M. Deluc, les explications données sur les blocs de La Ferrière ne s'accordent point avec les détails donnés par M. de Saussure, p. 368. — Le terrain de transport argileux est pour lui identique avec la couche argileuse à grains siliceux supérieure au diluvium de la vallée de la Seine, p. 319.

Lehm. Recouvrant en Normandie et en Picardie une glaise brune empâtant des silex brisés et non roulés, p. 365. — A Lyon, dans la vallée du Rhône,

il est supérieur au dépôt de cailloux roulés avec blocs, p. 365.

Lejeune. Moraines signalées par lui en Angleterre, p. 196.

Leymerie. Sur les dépôts diluviens du département de l'Aube, et particulièrement sur celui qui se rapporte à la vallée de la Haute-Seine; introduction, p. 63.—Bassin de la Seine, p. 66.— Vallée de l'Aube, p. 71.— Vallée de l'Armance, p. 74. — Résumé, p. 75.—Indication de ses travaux sur le terrain jurassique du département de l'Aube; réponse aux observations de MM. Angelot et Buvignier, p. 78.

Lias. Disposition des couches supérieures supportant la craie dans le golfe de la Loire; fossiles, p. 137. — Le terrain néocomien du Faulhorn repose sur le lias; crevasses remarquables dans ce calcaire, que MM. de Charpentier et Agassiz attribuent à d'anciens glaciers, p. 374. — Nombre des espèces de Bélemnites qui se trouvent dans le lias; noms de ces espèces, p. 393. — Groupe particulier à ce terrain, p. 395. — Cité dans diverses parties de la Provence, p. 423. — Cité à Mazaugue avec ses fossiles, p. 478.

Lignite. Etat de celui qu'on trouve dans la rade de Bell-Sund; analogie qu'il présente avec celui du Groënland, p. 26. — Lignites de la vallée de la Têta (Pyrénées), coquilles et fossiles qui les accompagnent, p. 233. —Age présumé de ces lignites, *ibid.* — Suivant M. Ch. d'Orbigny, les lignites du calcaire grossier sont au-dessous du banc vert, et non au-dessous du banc à Gyrogonites, comme le croit M. E. Robert, p. 349.—Des fossiles avec débris de végétaux et succin trouvés dans les lignites à Amy (Oise), p. 321.—Place occupée par le terrain à lignites dans le voisinage de l'étang de Berre et des Martigues; fossiles qu'il contient, p. 417, 418, 422. — Saurien trouvé dans le terrain à lignites du Var, p. 449. — Fossiles du calcaire qui renferme le lignite en Provence; il repose sur le grès vert à Hippurites, p. 474. — Lignite du terrain tertiaire avec poissons vu à Apt, p. 497.

Limagne. Documents géologiques sur cette partie de l'Auvergne; bordure granitique; terrain tertiaire lacustre lié au granite par l'arkose, p. 219, 220. — La partie méridionale est parsemée de montagnes, dont les sommets sont basaltiques, p. 220, 221. — Nature des roches qui constituent ces montagnes, p. 224. — Le basalte a percé le granite, le terrain lacustre et le terrain diluvien, p. 224.—Absence de terrain tertiaire sur la falaise qui borde la Limagne, *ibid.*—Puy de la Gravenoire et de la Bannière gisant sur le sommet de la falaise granitique de la Limagne, p. 227.

Loire. Absence, suivant M. A. d'Orbigny, du terrain néocomien et du gault dans le bassin de la Loire; localités où il a fait principalement ses observations, p. 356. — L'étage crétacé y est représenté par des grès rouges ou par la craie chloritée; étages sur lesquels ils reposent; fossiles des deux couches, conséquences pour le classement, p. 358. — *Aptychus* et Bélemnites dans les terrains crétacés du bassin de la Loire, trouvées par M. l'abbé Gallienne, p. 359. — Rudistes trouvés dans ce même bassin, p. 360.—M d'Orbigny voit plus de traits de ressemblance entre le bassin pyrénéen et le golfe de la Loire qu'il n'en existe entre ce dernier golfe et le bassin parisien, p. 360.

Lungern (*canton d'Unterwald*). Abaissement des eaux du lac; formes du terrain de transport mises à découvert, p. 338, 339.

Lychnus ellipticus. Nouvelle espèce de fossile du terrain d'eau douce des Bouches-du-Rhône, décrite par M. Requien, p. 495.—M. Matheron l'avait décrite sous le nom de *Lychnus carinatus*, p. 496

Lyon. Le lehm recouvre les cailloux roulés avec blocs dans la vallée du Rhône près cette ville, p. 365. — Suivant M. Deluc, les blocs erratiques s'étendent jusqu'à Lyon, p 369.

M

Macigno. Origine de ce nom; en Toscane, il supporte les terrains tertiaires. Il se divise en deux étages: inférieur, ses caractères aux environs

de Florence, p. 263, 264. — Chacune des variétés de cette roche prend un nom particulier, p. 264. — Fossiles rares; à la partie supérieure est le calcaire à nummulites, contemporain du macigno; raisons de le décider; végétaux fossiles, p. 265. — Aspect du macigno sur la pointe S.-O des Apennins, modifications éprouvées au contact des masses serpentineuses: schistes talqueux épidotifères; calcaire saccharoïde, p. 266, 267. — Etat du macigno dans les Maremmes, à Massa; *gabro-rosso*, modification du macigno; action des roches serpentineuses, p. 267, 269. — Discordance entre le terrain tertiaire ophiolitique et le macigno, p. 277. — Aspect du macigno au Monte-Catini, *ibid*, *note*.—Schistes de la Gorgona rapportés au macigno par M. Savi, p. 315. — étendue du macigno à Mosciano, *ibid*.—Calcaire à Nummulites rapporté au macigno et à la craie, *ibid*. — Macigno et alberèse composant la montagne de l'Impruneta, ces deux roches liées ensemble, p. 316, 317. — Macigno avec os fossiles, liant, en Auvergne, le terrain tertiaire au granite et au gneiss, p. 366.

Mageræ. Ile formée de gneiss leptinoïde, p. 29. — Modification éprouvée par cette roche dans les localités voisines, p. 30.—Témoins des traces de la mer observés dans cette île; bois flotté, faluns, *ibid*.

Mámers (Sarthe). Bélemnite de grande espèce trouvée près de cette ville dans la grande oolite par M. de Viennay, p. 16.

Manganèse. Coloration des grès des environs de Paris par ce minéral; époque relative de la coloration, p. 205. — Oxide de manganèse abondant au Brésil, où il forme à lui seul des montagnes entières, p. 284. — Gisement de deutoxide de manganèse hydraté observé à Meudon, indiqué par M. E. Robert, p. 348. — Grès manganésifères connus depuis plusieurs années dans l'étage des meulières, suivant M. Ch. d'Orbigny, p. 349.

Marbres. Note de M. Viquesnel sur le marbre tertiaire de Grauves (Marne), p. 15.

Marcel de Serres. Les observations faites par la Société dans les environs d'Aix (Provence) détruisent, suivant M. Coquand, ses idées théoriques sur les gypses de ce bassin, p. 465.

Mammouth. Les os de Mammouth se trouvent en Russie dans le diluvium et les alluvions modernes, p. 197. — Citation de Pallas relative au gisement des Mammouths, vérifiée par M. de Verneuil; il est dans un sable recouvert par le calcaire des steppes; conclusions qu'on en tire sur l'époque de l'existence de ces animaux, p. 212, 213, 214.

Maremmes (Toscane). Manière d'être du macigno dans toutes les Maremmes; modifications éprouvées par le macigno; schistes talqueux épidotifères rapportés à cette roche par M. Savi; calcaire semi-cristallin; gabro-rosso, p. 267. — Terrain tertiaire ophiolitique cité dans cette province; manière d'être de ce terrain; combustible trouvé dans les marnes qui en dépendent; âge géologique; analyse de ce combustible, p. 268, 269. — Extrait d'un mémoire de M. de Collegno sur le charbon de terre des Maremmes, cause qui l'a produit, p. 314.

Marmora (de la). Son opinion sur des grès quaternaires de la Toscane, citée p. 276.

Marnes du terrain tertiaire ophiolitique de Toscane; elles alternent avec un lit de calcaire à Serpules; localités où on les trouve; elles contiennent du combustible; opinions diverses sur ce combustible, p. 268, 269. — Marnes bleues d'un terrain tertiaire supérieur de Toscane; elles contiennent du mica et beaucoup de coquilles; localités où on les voit, p. 270.—Elles contiennent du gypse et du sel; salines de Volterra, p. 272. 273. — Marnes et argiles rouges schisteuses, vues à la montagne de l'Impruneta, p. 316. — Marnes rouges observées dans les alentours des étangs salés, où elles supportent la molasse coquillière, p. 415, 416. — Marnes néocomiennes signalées autour de l'étang de Berre, p. 419. — Marnes rouges tertiaires formant, en Provence, un système dont le soulèvement se rattache à celui des Alpes de l'Autriche, p. 474. — Marnes rouges vues dans le bassin d'Apt, à Notre-Dame-des-Anges, p. 499, 500.

Marnes irisées. Citées à Mazaugue; leur puissance, p. 478.

Marseille. Terrain tertiaire lacustre

observé dans le bassin de cette ville par M. Matheron, analogue à celui d'Aix; fossiles; nature du gypse; source sulfureuse et filons de soufre, p. 466. — Différence signalée par M. Matheron entre les terrains tertiaires du bassin de Marseille et ceux du bassin d'Aix, p. 491.

Martigues (les). Indication des couches diverses observées dans le voisinage de cette ville, avec les localités où se voient les analogues; discussion qui en a été la suite, p. 417, 418. — Analogies vues par M. Itier entre le terrain crétacé des Martigues et celui du département de l'Ain, p. 423.

Martins (Ch.). Note sur quelques échantillons de roches polies et striées, p. 163. — Observations sur la profondeur de la mer au Spitzberg, p. 196. 197. — Sur des causes d'erreur dans l'usage du baromètre et du piezomètre, p. 311. — Observations sur les caractères qui distinguent les stries produites par les glaciers, et les rides ou filons produits par les eaux, p. 320. — Sur les formes régulières du terrain de transport des vallées du Rhin antérieur et postérieur, p. 322-345. — Suivant lui, les blocs anguleux sont disséminés dans le terrain de transport en Suisse, p. 346. — Note sur le groupe du Faulhorn dans le canton de Berne, p. 372.

Massa. Sol géologique de cette ville; calcaire bleu, couches arénacées et serpentineuses; accidents géologiques; marne avec combustible; fossiles de ces marnes, empreintes végétales, p. 269, 270. — Disposition du travertin dans le voisinage de cette ville; il repose sur du macigno tourmenté; empreintes de fossiles, p. 275.

Matheron. Rend compte des courses faites par la Société, p. 412. — Réponse aux observations de M. Michelin et à celles de M. Itier, qui ne partagent point son opinion sur le terrain néocomien, p. 422, 423. — Terrains crétacés et jurassiques observés par lui en Provence, p. 423, 424. — Couches difficiles à classer dans le terrain néocomien; absence du terrain kimmeridien et portlandien, p. 425. — Critique de la division du terrain néocomien en Provence par M. d'Orbigny, p. 427. — Réponse de ce dernier, p. 427, 428, *note*. — Dissertation sur le classement du terrain à *Chama ammonia*, appuyée sur les observations faites par M. de Villeneuve au mont Salève, p. 430-440 — Réponse de M. Coquand, p. 440-443. — De M. Michelin, p. 443. — De l'abbé Chamousset, *ibid.* — De M. Itier, p. 444-446. — Réplique de M. Matheron, p. 446-449. — Compte-rendu de la visite du terrain à gypse d'Aix et du volcan de Beaulieu, p. 451. — Terrain tertiaire gypseux accompagné de source sulfureuse, observé par lui près de Marseille, p. 466. — Son opinion sur l'origine du gypse d'Auriol, sur la puissance du terrain jurassique en Provence, et sur la liaison entre le terrain jurassique et le terrain néocomien, p. 480, 481. — Opinion contraire de MM. Itier, Coquand et Clément-Mullet, p. 481, 482. — Observations sur la molasse coquillière et le niveau de la mer où elle se déposait, p. 488. — Observations sur les terrains tertiaires en général; différences entre le terrain tertiaire du bassin de Marseille et celui du bassin d'Aix, p. 491. — Description de l'Itieria, nouvelle coquille fossile, p. 493. — M. A. d'Orbigny réclame l'antériorité, p. 494, *note*. — Compte-rendu de la course de Cassis, p. 509. — Son opinion sur le terrain de Cassis, p. 511. — Erreur reprochée à M. d'Orbigny, p. 512. — Erreur dans l'assimilation entre le terrain inférieur au calcaire à *Chama* avec le néocomien inférieur, p. 514. — Réponse aux nouvelles objections contre le passage du terrain jurassique au terrain néocomien, p. 519. — Communication de son travail sur les Rudistes, p. 520. — Il présente les caractères des genres *Plagiopthycus* et *Monopleura* créés par lui, p. 521.

Mathieu. Résultat des observations qu'il a faites avec M. Biot sur le pendule, à Clermont (Auvergne), p. 229.

Maupertuis. Indication des roches où il a fait ses observations, leur nature minéralogique, p. 35.

Mazaugues. Coupe de la montagne qui supporte ce village: muschelkalk, marnes irisées, lias, les trois étages du terrain jurassique, p. 478, 479.

Méditerranée. Rudistes du bassin méditerranéen; couches où se trouvent ces Rudistes; zones diverses, p. 152 et suiv. — Tableau, p. 162. — Cra-

nies vivantes dans la Méditerranée et la mer de l'Inde, p. 159. — États divers du bassin quand vivaient les Rudistes, différences qui en résultent, p. 161.

Mélaphyres. Voy. *Spilites*.

Melleville. Question adressée à M. A. d'Orbigny sur l'origine des fossiles des argiles pampéennes, p. 254. — Son opinion sur la liaison des sables et des argiles rouges avec les puits naturels, p. 364, 365.

Mer. Traces anciennes de la mer observées par M. E. Robert dans le N. de l'Europe; preuves principales déduites de la forme mamelonnée des roches, p. 17 et suiv.—Observations de ce genre faites à Bell-Sund, p. 16. — Traces du séjour de la mer en Islande, indiquées par M. E. Robert, p. 27, *note*. — Dans l'île de Magerœ et dans celle de Rolfsœ; conséquences présumées des délaissements de la mer, p. 30, 31.—Autres traces observées à Alten-Fiord par le même, p. 32, 33.—Les provinces dans le nom desquelles entre le mot Bothnie furent des fonds de mer, suivant M. Robert, p. 35. — Conclusions déduites des traces de l'ancien séjour de la mer en Scandinavie, p. 35, 36. — Influence des courants souterrains sur le relief du sol, p. 41. —Volcans actuels proches de la mer; son influence sur les phénomènes volcaniques, p. 186.—Température des océans, p. 187. — Chaque volcan peut bien ne pas être en communication directe avec la mer, p. 192. — Volcans sous-marins peu distants des volcans terrestres, p. 193. — Dont ils sont peut-être des ramifications, p. 194. — Profondeur comparée de la mer dans l'Océan et au Spitzberg, p. 196, 197. — La répartition de Bélemnites par bassins indique une mer qui, à l'époque des couches oxfordiennes, avait sa faune spéciale, suivant M. A. d'Orbigny, p. 396.

Mercure. Cité dans le Tyrol, p. 132.

Méridien. Courbure notable dans l'arc du méridien dans la chaîne du Puy-de-Dôme, démontrée par les calculs, p. 229.

Metamorphisme des roches. Faits observés en Norwége par M. E. Robert contre cette doctrine, p. 23, *note*. — Explication par M. de Roys du métamorphisme de certaines roches par le refroidissement et par une élévation subite de température, p. 244. — M. de Collegno distingue les transformations normales dues à l'action régulière de la température terrestre et celles anomales dues aux phénomènes volcaniques. Le charbon de terre de la période carbonifère appartient aux premières, et le tertiaire des Maremmes aux secondes, p. 314.

Meudon. Recherches géologiques sur des minerais de fer hydroxidé, notamment de fer pisolitique et sur un gisement remarquable de deutoxide de manganèse hydraté observé à Meudon par M. E. Robert, p. 348.

Micacites et *Micaschistes*. Micaschiste cité entre le lac Telovo et le lac Ostrovo, p. 145, 146. — Micacite en couche peu importante dans la formation de gneiss du Brésil, très abondant en minerais métallifères, p. 284. — Micaschistes cités dans les vallées de l'Œtz et de Schnals, p. 302. — Cité à Tamins (Grisons), p. 332.

Michelin (Hardouin). Observations de M. d'Orbigny sur la classification du terrain d'Uchaux, p. 157. — Remarque sur le classement fait par M. d'Orbigny des cranies, p. 162.— Observations de grès colorés par les oxides métalliques, p. 206.—Il présente un Aptychus de la craie blanche de Reims, p. 321. — Analogie vue par lui entre le terrain des bords des étangs de Lavalduc et d'Engrenier et celui de la Superga, p. 422. — Réponse de M. Matheron, *ibid*. — Observations sur la liaison établie par M. Matheron entre le néocomien et le portlandien, p. 443.—Analogie qu'il trouve entre la molasse de Provence et le terrain de la Superga, p. 490 — Différence entre les terrains tertiaires de Provence et ceux du bassin de Paris, *ibid*.

Minas-Geraès, province du Brésil citée pour les talcites philladiformes, p. 284, 285, 286.

Minéraux observés dans le N.-E. du Tyrol, p. 132. — Minéraux métallifères très abondants dans l'étage gneissique du Brésil, p. 284. — de la mine de Sainte-Constance, près Calcena (Espagne), 353.—du basalte de Beaulieu (Provence), p. 464, 465.

Molasse tertiaire. Citée en Syrmie, p. 141.—Citée à Gassino (Piémont),

comme recouvrant le calcaire à Nummulites, explication des phénomènes, p. 265. — Elle fait, en Toscane, l'étage inférieur des terrains tertiaires ophiolitiques de M. Savi; sa texture; elle alterne avec des marnes; contient des fragments de serpentine, p. 268. — Molasse à fucoïdes crétacées de l'Italie, citées p. 266, *note*. — Nature de la molasse coquillière observée autour des étangs salés de Provence, p. 416. — Sa position géologique, *ibid.* — Lambeau vu à Aix, p. 421. — Molasse vue à Beaulieu supportée par le gypse; âge de cette molasse, comparativement aux montagnes voisines et au basalte de Beaulieu, p. 455, 456, 457. — Caractères de la molasse coquillière à l'entour du terrain basaltique de Beaulieu, p. 462. Disposition de la molasse coquillière dans le bassin d'Aix; elle forme deux étages; comparaison avec sa manière d'être aux Martigues; Hélices abondantes dans l'étage inférieur; observation sur le nom de grès à Hélices que lui avait donné M. Rozet, p. 486, 487. — Conjectures sur le mode de dépôt, p. 488. — Exposition par M. Matheron de la manière d'être de la molasse à Rognes; comparaison avec celle d'Aix, p. 488, 489. — Observation contraire aux idées de M. Coquand sur le niveau de la mer où s'est déposée la molasse, p. 489. — Analogie reconnue entre les dépôts subapennins et la base de la molasse provençale, p. 490. — Molasse vue de nouveau au Cadenet; fossiles qu'on y observe, p. 496, 497.

Monopleura. Genre nouveau de fossile créé par M. Matheron, p. 521.

Mont-Cenis. Note de M. Leblanc sur les traces des anciens glaciers au Mont-Cenis; blocs de Laferrière; leur position; direction des stries; distinction à faire dans ces stries; altitude et température moyenne; influence d'un abaissement dans cette température, p. 126, 127. — Suivant M. Deluc, les explications données par M. Leblanc sur les blocs de Laferrière ne s'accordent point avec ce que dit M. de Saussure, p. 368.

Mont-Dore. Sa composition; on y voit toutes les variétés des trachytes et des laves; les nappes sont par étages, roches qui les séparent; filons de trachytes, basaltes et laves; disposition de ces roches, p. 221, 222. — Trois centres de soulèvement; disposition du sol, p. 222. — Place occupée au Mont-Dore par les basaltes qui se lient aux trachytes, p. 223. — Substances produites par le mélange des roches d'éruption, *ibid.* — Dérangement des nappes basaltiques depuis le refroidissement, *ibid.* — Disposition des centres d'éruption dans les terrains granitiques et lacustres; nature des couches, p. 223, 224. — Basaltes bituminifères, p. 224.

Mont-Salève. Observations faites sur cette montagne par M. de Villeneuve, indiquées p. 407. — Application comparative de ces observations au terrain de Provence; conséquences déduites de la place occupée par l'étage à *Chama ammonia*, p. 429-430.

Mont-Valérien. Traversé par un énorme filon rempli de sable, p. 362, fig. 4, pl. V. — Conjectures sur l'origine de ce filon, p. 362, 363.

Monts-Pelores (*Sicile*). Leur constitution géologique indiquée; terrain primitif et cambrien, p. 234.

Montagnes. Indication des cinq groupes de montagnes de France, formés de roches primitives, p. 112. — Des cinq principales chaînes figurées dans les cartes d'Asie de M. Zimmermann, p. 141. — Densité du globe plus grande sous les masses de montagnes; influence sur le fil à plomb; explication, p. 175. — Différences données par les axes des arcs observés dans les montagnes et les axes de ceux observés dans les plaines, *ibid.* — Mouvement imprimé au globe par les crevasses d'où surgirent les montagnes, p. 176. — Les montagnes de la Dalécarlie ont le côté N. usé dans la direction du N.-E. au S.-O., p. 196. — Retard causé par les montagnes sur le pendule, p. 254.

Monte-Catini. Manière d'être du terrain ophiolitique dans cette localité de la Toscane; combustible qui s'y trouve, p. 268. — Dyke de roche analogue à la minette d'Alsace, indiqué p. 277. — Les marnes bleues y sont horizontales, p. 279. — Les poudingues et marnes de l'étage moyen tertiaire se rattachent aux masses serpentineuses, p. 280. — Les filons métallifères qu'on y voit sont à peu près parallèles à la chaîne des Pyrénées, 282.

Montenegro. Voyage de M. Kovalevski dans cette province, cité p. 146.
Montmorency (près Paris). Description par M. Desnoyers d'un gisement d'ossements observé à Montmorency, p. 292. — Disposition de la colline; cavités formées dans le gypse, dépôts sédimenteux, leur manière d'être; circonstances accompagnant le gisement des os fossiles, p. 293, 294. — Liste des animaux dont les os ont été trouvés, p. 295.
Moraines. Différences entre les moraines et les terrasses; coupe, blocs et cailloux, p. 339. — Définition de quelques espèces de moraines par M. Martins, p. 343, *note.* — Traces d'anciennes moraines vues par M. Boubée dans les Pyrénées; soupçonnées dans les Cévennes, p. 347, 348.
Moravie. Travail de M. Glockner sur le calcaire jurassique de Kurowitz en Moravie, sur l'*Aptychus imbricatus*, etc. Disposition du coral-rag; ses rapports avec cette roche dans les pays voisins; lumachelle d'Aptychus, p. 304.
Mosciano (Toscane). Composition géologique du sol; calcaire à Nummulites exploité sous le nom de *granitello;* alternant avec alberèse et marnes à fucoïdes; inclinaison et étendue de ces roches; le calcaire à Nummulites passe au macigno; contemporanéité des roches évidentes; on les rapporte à la craie et au macigno, p. 265, 315. — Différence entre le calcaire de Mosciano et celui de Gassino, p. 265. —Opinion de MM. Pareto et Pasini, p. 265.
Munster (comte de). Son travail sur la géologie et la paléontologie du S.-O. du Tyrol, cité p. 140. — Son Mémoire sur les fossiles de Saint-Cassian, cité par M. Boué, avec ses observations, 302, 303.
Muonio, rivière de Laponie. Nature des roches qu'elle parcourt; forme curieuse du trapp, p. 34, 35.
Murchison. Réponse à la critique qu'il a faite de la découverte d'une Bélemnite par M. Boué dans le dépôt de Gosau, p. 133, 135.
Muschelkalk. Son allure et sa disposition près du château du Mont-Vert et du volcan de Rougier en Provence, p. 476. — Son relèvement se rattache au soulèvement des alpes d'Autriche, *ibid.* — Fossiles observés, p. 477. — Cité à Mazaugues, p. 478. — Dans la vallée de l'Arc, p. 479.

N

Nagelflue. Conglomérats analogues cités par M. Martins, p. 328, 329.
Nesti. Indication de cinq espèces de cerfs fossiles trouvés dans le terrain diluvien de la Toscane, p. 316.
Normandie. La craie y est recouverte par une glaise brune ou jaunâtre, avec silex brisés non roulés; elle est surmontée du lehm, p. 365.
Norwége. Observations faites par M. E. Robert dans cette partie de l'Europe, p. 17. — Atterrissements qui comblent les fonds; origine des matières; les schistes argilo-talqueux désagrégés en forment la partie principale, p. 17, 20. — Traces de l'ancien niveau de la mer et du séjour des eaux; forme mamelonnée des rochers; sa cause; coquilles saxi-caves, galets à divers étages; montagne de Steinberg; rochers de l'île Lexen, p. 18, 19. — Hauteur présumée des montagnes de la partie occidentale de la Norvége, p. 20, 21. — Changement du niveau général des côtes scandinaves, p. 19, 20.
Notre-Dame-des-Anges. La Société y voit les marnes rouges avec grès lustré intercalé; gisement de minerai de fer; sa disposition; conjecture sur son origine, p. 499, 500.
Novara ou *Noara (Sicile).* Nature des roches primitives autour de cette ville; calcaires jurassiques; grès tertiaires; contournement des schistes talqueux, rivières qui en sortent, p. 234. — Rivière de Fondachelli; atterrissements qu'elle produit; nivellements de ces atterrissements; éboulements et blocs entraînés, p. 235, 236. — Conclusion sur le transport des blocs, p. 236.
Nuger. Mémoire sur les plantes fossiles et les insectes du dépôt tertiaire à lignite de Radefoy (Croatie), p. 140.

O

OEtzthal. Disposition de cette vallée du Tyrol; forme; roches dominantes; gneiss; micaschiste; alluvions, leur nature; gneiss; granite amphibolite, éclogite granitifère; circonscriptions de ces roches; localités où on les voit; source hydro-sulfureuse, p. 302.

Oiseaux. Plumes d'oiseaux fossiles indiquées dans le gypse d'Aix (Provence), p. 455.

Olioules. Notes sur les gorges de ce nom, par M. Héricart-Ferrand. La roche est un grès; sa texture; formes prismatiques régulières; manière d'être des arêtes des prismes; excavations naturelles, p. 374, 375. — Ces roches prismatiques sont, suivant M. Boubée, du grès bigarré, p. 376.

Olympa (Anatolie). Eaux thermales sortant entre le gneiss et les alluvions de cette montagne, p. 142.

Omalius-d'Halloy (J.-J. d'). Note sur les dernières révolutions qui ont agi sur le sol de la Belgique, p. 55, 63. — Son opinion sur les éjaculations de sable et de limon reproduite, p. 365. — Observation sur les terrains modernes qui recouvrent la craie en Picardie et en Normandie, p. 365. — Son opinion sur la terre végétale, 389.

Oolite. Grande espèce de Bélemnites trouvée par M. de Viennay dans la grande oolite près Mamers (Sarthe), p. 16. — Nombre des espèces de Bélemnites propres aux couches de l'oolite; nom de ces espèces; groupes particuliers au terrain, p. 393, 394, 395. — Oolite inférieure citée en Provence, p. 423. — Fossiles principaux, p. 424. — *Itieria*, genre nouveau de l'oolite coralienne du département de l'Ain, décrite, p. 492.

Or. On en trouve dans l'étage jurassique du Brésil, p. 284. — Presque toutes les mines d'or du Brésil ont leur gisement dans les talcites phylladiformes de la province de Minas-Géraès, p. 286.

Orbigny (Alcide d'). Considérations générales sur les rudistes, p. 148. — Résumé, p. 159. — Observations de divers membres, réponse de M. d'Orbigny, p. 161. — Tableau, p. 162. — Observations du gisement des ossements fossiles dans les Pampas, p. 197. — Description de l'hélicomètre et manière de l'employer, p. 200.—Réclamation de M. Boubée au sujet de cet instrument, p. 376. — Réponses, p. 382, 386.—Considérations générales sur le grand système des Pampas; rapports avec l'existence des Cordillières, p. 252, 253. — Il ne se prononce pas sur l'âge de ce terrain tertiaire, p. 253. — Observation de M. Leblanc sur les caractères des argiles de diverses époques; question de M. Melleville sur l'origine des fossiles, p, 254.—Indication de la ressemblance qu'il a vue entre les rides produites sur le sable par les vagues, et celles qu'il a observées entre les terrains du Portland et autres, p. 320. — Lettre à lui adressée par M. Agassiz annonçant l'identité de leurs conclusions sur la répartition des fossiles dans les divers terrains, p. 355. — Communication de faits qui prouvent l'absence du gault et du terrain néocomien dans le bassin crétacé de la Loire, p. 356. — Observation sur les Aptychus et sur les Bélemnites; découvertes des fossiles dans la Sarthe, p. 359, 360. — Travail d'ensemble sur les Bélemnites, p 390. — Réponse à M. Duval qui l'accusait d'erreur dans l'indication des Bélemnites propres au terrain néocomien, p. 395, *note.*—Description du *Conoteuthis* et du *Spiralirostra*, deux espèces nouvelles de Céphalopodes fossiles, p. 396. — Observation sur l'absence indiquée par M. Matheron du terrain kimméridien en Provence, p. 427, *note.*— Réponse aux attaques du même contre la division du terrain néocomien, p. 427, *note.* — Réclamation de la priorité pour la description de l'*Itieria*, p. 494, *note.* — Erreur qui lui est reprochée dans le classement du terrain de Cassis, que M. Matheron, etc., regardent comme du gault, p. 512, 514, etc.

Orbigny (Charles d'). Observation de grès manganésifère au Train, près Saint-Ange; calcaire de Passy avec graines de Chara; dents de Sauriens

et ossements de Tortues; son opinion sur l'âge de ce calcaire, p. 349.
Orgues géologiques de Maëstricht peuvent, suivant M. Leblanc, être rapportées au phénomène d'éjection, p. 363.
Orsay (Seine-et-Oise). Les grès de cette localité recouverts par des meulières, surmontés de fer limoneux, p. 205. — Coloration de ces grès par les oxides de fer, de manganèse et de cobalt; âge relatif de ces colorations; puits naturel dans les grès; accidents qu'il présente, *ibid.*
Orthocères siluriennes mêlées à des Ammonites infrà-jurassiques, p. 88. — Manière dont elles se présentent dans le Salzbourg, p. 90, 91. — Autre indication de mélange de ces deux fossiles, *ibid.* — Vues par M. Unger, associées aux Belemnites dans le Tyrol, p. 132. — Diverses localités où se voit cette association, p. 136, 137. — Orthocères et Ammonites trouvées sur la même plaque dans le Salzbourg, et à Dotis en Hongrie, p. 302.
Osselet. Considérations générales sur la forme de l'osselet dans les Céphalopodes, conséquences sur les habitudes de ces animaux, p. 397, 398.
Ossements fossiles. Le dépôt de ces ossements dans les Pampas, Amérique du Sud, est, suivant M. d'Orbigny, postérieur à celui des cailloux roulés, p. 197. — Double gisement de ceux de la Russie; circonstances qui les accompagnent, *ibid.* — Citation de Pallas relative à ce gisement; observation conforme de M. de Verneuil; conséquences qu'il tire de leur position pour fixer l'époque de la vie des animaux, p. 213, 214. — Le terrain qui contient ces os dans les Pyrénées-Orientales est aussi recouvert du terrain tertiaire supérieur, p. 224. — On en voit aussi dans les marnes subapennines, *ibid.* — Le terrain diluvien plus moderne de l'Auvergne contient des ossements fossiles, p. 221. — Une première couche d'ossements d'ours et une seconde d'ossements humains, signalées dans la vallée du Vernet (Pyrénées), p. 233 — Note sur un dépôt d'ossements fossiles trouvés par M. Desnoyers dans la vallée de Montmorency; état des os; liste des animaux; opinion de M. C. Prevost sur ces dépôts d'ossements, p. 292, 296. — Autres ossements trouvés à Sèvres, cités p. 297. — Par M. Duval, près Bicêtre, *ibid.* — Note sur des ossements fossiles trouvés entre Corbeil et Fontainebleau; circonstances que présentent les gisements; réunion d'animaux du nord avec des animaux du midi; conséquences que M. Prevost en tire pour expliquer leur enfouissement, p. 313. — Identité de ces gisements avec ceux signalés par Guettard, près d'Etampes, p. 312. — Disposition des os fossiles de la caverne de Céré, où les carnivores et les herbivores sont mêlés, p. 315. — Ossements fossiles trouvés à Amy (Oise), dans les lignites, p. 321. — Ossements fossiles de Gargas renfermés dans une couche bitumineuse qui leur donne une couleur bleue, conjectures sur l'origine d'ossements de diverses collections revêtus de cette couleur, p. 502. — Ossements fossiles; dents de Sauriens et graines de Chara trouvées par M. E. Robert dans le calcaire marin grossier de Passy, p. 349. — Découverte pareille indiquée par M. Ch. d'Orbigny dans le calcaire grossier lacustre, *ibid.*
Ostrovo. Manière dont ce lac peut communiquer avec celui de Telovo, par M. Grisebach; observation de M. Boué, p. 145, 146.
Oural. Observations de M. de Verneuil dans le Sud-Oural; marche de la chaîne; forme des montagnes; roches ignées; terrain diluvien au centre; sa composition; calcaire carbonifère; place qu'il occupe; forme des montagnes; terrain houiller; autre terrain spécial très développé; sa composition; ses fossiles; M. de Verneuil le nomme système permien, p. 11, 12, 13. — Gisement des ossements fossiles sur les versants de l'Oural, p. 197.
Oxford-clay. Nombre d'espèces de Bélemnites propres aux couches oxfordiennes; noms de ces espèces; groupe spécial, p. 293, 294, 295. — La division des Bélemnites par bassin indique que les mers à l'époque des couches oxfordiennes, avaient leurs faunes propres, p. 396. — Ligne suivie par une bande oxfordienne qui, commençant en Espagne, se continue dans tout le bassin méditerranéen, *ibid.* — Localités où on le voit en Provence; fossiles principaux, p. 424. — Puissance des

marnes oxfordiennes près d'Aix et d'Auriol, p. 480, 481.
Ozar. Nom donné en Suède aux digues ou traînées de matériaux de transport, p. 196. — Observations de M. Rozet sur la direction des ozars, *ibid.* — M. Al. Brongniart a le premier appelé l'attention sur les ozars quer de Suède, p. 322. — M. Martins applique ce nom à une des formes du terrain de transport; lieux de la Suisse où on le voit, p. 336. — Conjectures sur l'origine des ozars; ils sont le résultat de l'action des eaux en mouvement, p. 341, 344.

P

Paillette. Indication de ses observations de couches tertiaires à lignites, redressées, dans le S. de l'Italie, p. 178 — Remarques de M. Thirria, *ibid.* — Indication des gisements d'os fossiles dans les Pyrénées-Orientales, p. 214. — Note sur quelques phénomènes relatifs aux terrains de transport dans la vallée de la Têta et la plaine de Perpignan, p. 231, 234. — En Sicile, au centre des monts Pelores, p. 234. — Nivellement, p. 235. — Conclusion sur le mode de transport des blocs, p. 236.
Paléontologie. Considérations générales, par M. Boué, sur l'époque où les êtres vivants ont apparu sur le globe, p. 84. — Réponse du même à l'assertion de M. de Roissy, que chaque classe d'êtres organisés présente des divisions en rapport avec l'ancienneté du terrain, et qu'aucune espèce n'est commune à deux formations, p. 86. — Arguments et faits contraires, p. 86, 87. — Réponse à M. Deshayes sur certains faits qu'il regardait comme exceptionnels, p. 88. — Ammonites infra-jurassiques mêlées à des Orthocères siluriennes, *ibid.* — Réflexions sur les classifications à l'aide de la paléontologie seule, p. 91, 92. — Considérations sur les êtres organisés fossiles des terrains anciens, par MM. d'Archiac et de Verneuil; l'organisation y était-elle plus uniforme que dans les dépôts récents? p. 259. — Développement de l'organisme paléozoïque dans le sens de l'épaisseur des couches ou dans les temps; ce même développement considéré dans le sens horizontal ou géographique, p. 259, 260. — Liste des fossiles, p. 261, 262. — Mélange d'os d'animaux du Nord et du Midi, vu dans un dépôt près Corbeil; conclusions qu'en tire M. C. Prevost pour expliquer le mode d'enfouissement et l'impossibilité de cohabitation, p. 312, 313. — Suivant M. de Collegno, en France les herbivores prédominent dans les alluvions et les carnivores dans les cavernes, p. 315.
Pallas. Citation d'un passage de son voyage relatif au gisement des ossements fossiles, vérifié par M. de Verneuil, p. 212, 213.
Palmier Chamærops. Note sur une empreinte de feuille de ce palmier trouvée dans les environs d'Alais, dans les cavernes, p. 410. — Caractères qui la distinguent du palmier chamærops ou ordinaire, p. 411. — Citée sur les rives de l'Adoua, p. 498.
Palmacites Lamanonis. Cités dans le gypse d'Aix (Provence), p. 454.
Pampas. Considérations de M. A. d'Orbigny sur le grand système des Pampas; sa circonscription, sa composition; division; tertiaire guaranien, tertiaire patagonien, argile pampéenne, p. 252. — Phénomènes géologiques qui se rattachent aux argiles pampéennes; leur existence coïncide avec celle des Cordillières; grand dépôt argileux à ossements; résumé général, p. 253. — Sur la question de M. Dufrenoy, M. d'Orbigny ne se prononce pas sur l'âge de ce terrain tertiaire, p. 253. — Il n'y a point vu de fossiles marins, p. 254.
Panchina. Eléments de la roche exploitée sous ce nom à Volterra, ses fossiles, sa puissance, p. 274. — Indication de la roche ainsi nommée par M. Savi; son origine, son classement; différence indiquée par M. de Collegno entre ces deux roches, p. 275.
Pareto. Mémoire sur les îles Gorgona et Capraja, cité, p. 315.
Paris. Différences entre le diluvium parisien et celui des environs de Troyes, p. 76. — Rudistes du bassin parisien, forment la cinquième zone,

ne comprennent que des cranies; espèces, p. 159, 160.—Observations sur la *Crania parisiensis*, p. 163. — Tableau, p. 162. — Etat des divers bassins quand vivaient les rudistes; différences qui en résultent, p. 161. — Retours successifs de la mer dans le bassin de Paris, expliqués par le déplacement de l'axe du globe, p. 176. — Communication, par M. C. Prévost, sur la coloration des grès et sables supérieurs par les oxides métalliques, âges relatifs de ces colorations, p. 205. — Différence entre le niveau de Paris et celui de Clermont (Auvergne), p. 230. — L'argile plastique et ses poudingues au S.-E. du bassin de Paris offre, suivant M. de Roys, les caractères d'un diluvium, p. 245.—Note de M. Desnoyers sur l'existence de brèches osseuses et de cavernes à ossements du bassin de Paris; indication des fossiles trouvés; autres trouvés par M. Duval, p. 290, 295, 297. — Observation de sillons et ravines à Orsay près Paris, dans les grès marins supérieurs, p. 319. — M. A. d'Orbigny voit plus d'analogie entre le bassin pyrénéen et le golfe de la Loire qu'il n'y en a entre ce dernier golfe et le bassin parisien, p. 360. — Eléments qui composent le diluvium des environs de Paris; M. Leblanc y signale deux dépôts de sable et une couche de limon, avec quelque silex; localités où on les trouve, accidents qu'il présente, p. 360, 361. — Puits naturels; description; leur profondeur est variable; substance qu'ils contiennent, p. 361, 362. — Cause de ces puits, p. 362. — Formations parisiennes vont toutes en s'amincissant sur les bords, p. 363. — Les buttes isolées du bassin de Paris proviennent de l'éjection et ne sont point les restes d'une formation dénudée, p. 363.—Terrain tertiaire des environs de Paris, formé peut-être par des matières dissoutes et éjectées par des sources, *ibid.* — Espèces de Bélemnites propres au bassin parisien, p. 396. — Le gypse est pour M. Michelin le seul point d'analogie qu'il y ait entre les terrains tertiaires du midi de la France et ceux de Paris, p. 490.

Passy près Paris. Dents et coprolites de sauriens, avec ossements fossiles et graines de chara, observés par M. E. Robert dans le calcaire marin grossier de Passy, p. 349. — M. Ch. d'Orbigny annonce pareille découverte, mais dans le calcaire grossier lacustre, p. 349.

Pendule. Résultat des observations faites sur le pendule par MM. Biot et Mathieu à Clermont, p. 229, 230. — Observations de M. Rozet sur l'influence que les couches terrestres exercent sur le pendule; sa marche est retardée en suivant les chaînes de montagne, et accélérée dans l'intervalle des chaînes, p. 254.—Résultat des observations faites par M. Biot sur le parallèle au 45e degré; conclusions qu'en tire M. Rozet, p. 255.

Pensylvanie. Note sur toutes les veines d'anthracite du comté de Schuylkill, dans cette partie de l'Amérique, par M. Warden, p. 43.

Perpignan. Documents sur la plaine de cette ville, dont le terrain diluvien est le résultat de plusieurs causes, p. 231, 234.

Phyllades. Formation phylladienne du Brésil, composée de talcite et de grès; manière d'être de ces roches, accidents qu'on y remarque et leur étendue, p. 284-288.

Picardie. La craie y est recouverte par une glaise brune ou jaunâtre, avec silex brisés, non roulés, surmontés du lhem, p. 365.

Pierres précieuses. Presque toutes les pierres précieuses du Brésil ont leur gisement dans les talcites phylladiformes, p. 286.

Piezomètre. Instrument proposé par M. Pissis pour remplacer le baromètre dans la mesure des hauteurs; sa description, mode d'observation, formule, p. 305 et pl. IV. — Observations de divers membres, p. 311.

Pilla (Léopold). Extrait de son mémoire intitulé : Application de la théorie des cratères de soulèvement au volcan de Roccamonfina dans la Campanie, p. 402.

Pinteville (de). Rapport sur la gestion de l'archiviste pendant les années 1840 et 1841, p. 215.

Piria. Explication de vapeurs de la solfatare de Pouzzoles, p. 185. — Observations de M. Angelot sur cette explication, insuffisante pour certains phénomènes, p. 186.

Pissis. Considérations générales sur les terrains du Brésil, p. 282.—Description d'un nouvel instrument nommé

Piezomètre, destiné à remplacer le baromètre dans la mesure des hauteurs, p. 305. — Observations de divers membres, p. 311 et pl. IV.

Plagiopthycus. Genre nouveau de fossiles, créé par M. Matheron, p. 521.

Poissons Fossiles signalés dans le terrain que M. de Verneuil nomme Permien, p. 12. — Os de poissons fossiles trouvés par M. Cottet dans la craie blanche de Creney (Aube), p. 371, 372. — Poissons du gypse d'Aix (Provence), indiqués, p. 454. — Poissons vus dans le lignite du terrain tertiaire d'Apt, p. 497.

Polypiers. Indication des polypiers fossiles des sables jaunes supérieurs de la Toscane, p. 271.

Portlandstone. Nombre des espèces de Bélemnites propres aux couches portlandiennes ; noms, p. 393, 394. — Le terrain à *Chama ammonia* n'est point, pour MM. Itier et Coquand, l'équivalent du Portland, p. 482, 516.

Poudingues tertiaires signalés par M. Boué à Voeslau, p. 83. — Poudingues crétacés à Hippurites de l'Italie, p. 266. — Nature des poudingues du terrain tertiaire ophiolitique de la Toscane, p. 268. — Du terrain quaternaire de la même province, p. 276.

Prevost (Constant). Il voit la confirmation de sa théorie des affaissements prouvée par les faits et les calculs produits par M. Rozet dans son mémoire sur les inégalités de la structure du globe, p. 177. — Son opinion sur le terrain de transport et ses époques diverses, p. 198. — Observations sur la coloration des grès et sables supérieurs de Paris par les oxides métalliques, p. 205. — Puits naturel observé, *ibid.* — Son opinion sur les dépôts ossifères, particulièrement des environs de Paris, et leurs âges, p. 296, 297. — Explications sur un gisement d'os fossiles trouvé au midi de Paris, conséquences qu'il tire de ce gisement et de l'analogie qu'il présente avec celui de Montmorency, p. 311, 312, 313. — Explication sur les causes et l'âge des sillons et ravins de divers étages de roches, près Paris, Boulogne-sur-Mer, au passage des Echelles en Savoie, près Chambéry, p. 319. — Son opinion sur le terrain de transport argileux, p. 388.

Provence. Double assise diluvienne observée en cette province par M. de Beaumont, p. 198. — Analogie entre les terrains tertiaires de Provence et ceux des Cévennes, p. 411. — Etages jurassiques et fossiles principaux observés dans l'ancienne Provence, p. 423, 424. — Observations sur la division du terrain néocomien de cette province, p. 426 et suiv. — Analogie des terrains de Provence et ceux de Savoie signalés par M. Itier, p. 485.

Puissant. Hypothèse par lui admise pour faire concorder les observations astronomiques et géologiques en Auvergne, p. 229.

Puits artésien. Essai à Voeslau (Autriche); roches traversées, p. 84. — Couches traversées dans un puits artésien à Volterra (Toscane), p. 273, 274. — A la fin de la période diluvienne, la tendance au jaillissement dut être plus forte qu'aujourd'hui, selon M. Leblanc, p. 364.

Puits naturel observé par M. C. Prevost dans les grès d'Orsay, p. 205. — Description générale par M. Leblanc des puits naturels des environs de Paris ; leur profondeur est variable ; ils contiennent de l'argile rouge et du sable, p. 361. — A Montrouge, on y trouve du sulfate de strontiane, p. 362. — Ces puits servirent à l'éjection du calcaire, du sable et du limon, puis ils sont devenus absorbants, p. 362. — Puits remplis de calcaire à Saint-Ouen, p. 362. — Puits du gypse remplis par les marnes supérieures, *ibid.* — Ces puits correspondent à des mouvements généraux du sol, p. 364. — Les sables rouges supérieurs au diluvium et les argiles rouges se lient aux puits ; opinion de M. Melleville, p. 364, 365. — Les trous absorbants des environs de Trieste furent peut-être des puits éjectants, p. 365.

Puy-de-Dôme. Il est formé de domite; nature de cette roche, causes du relief du sol, mode d'action de la force soulevante, p. 222. — Lambeaux de nappes trachitiques et basaltiques cités au pied du Puy-de-Dôme ; état des roches, p. 225. — Augmentation de la courbure de l'axe du méridien de Paris en traversant la chaîne du Puy-de-Dôme, p. 229.

Pyrénées. Disposition des Rudistes, suivant M. A. d'Orbigny, dans le bassin pyrénéen ; localités qu'ils occupent, p. 154, 155, 156. — On n'y trouve point la première zone, p. 159.

—Position occupée par les deuxième, troisième et quatrième zones. p. 159, 160. — Cinquième non-indiquée, p. 160. — Tableau, p. 162. — Comparaison des bassins quand vivaient les rudistes; différences qui en résultent, p. 161. — Dans les Pyrénées orientales, le terrain tertiaire avec lignites, coquilles d'eau douce et os fossiles, est recouvert par le terrain tertiaire supérieur, p. 214. — Lieux où M. Boubée a observé des traces d'anciens glaciers dans les Pyrénées, p. 346-348.—M. A. d'Orbigny voit plus d'analogie entre les Basses-Pyrénées et le golfe de la Loire qu'entre ce dernier golfe et le bassin parisien, p. 360. — Phénomènes curieux de veines saillantes observées par MM. Angelot et Viquesnel dans le granite à Cauterets dans les Pyrénées; essai d'explication, p. 381.

Q

Quarzites. Mêlés aux talcites phylladiformes de la province de Minas-Geraes (Brésil); manière dont ils se présentent, leurs modifications, p. 285.

R

Radefoy (Croatie). Mémoire de M. Nuger sur les plantes fossiles et les insectes du dépôt tertiaire à lignites de cette localité, p. 140.

Radiolites. Documents sur ces fossiles dans les Considérations de M. d'Orbigny sur les rudistes, p. 148. — Rapports entre les Radiolites et les Cranies, p. 149. — Observations de M. Michelin sur ces rapports, p. 162. — Ordre et familles auxquels ils appartiennent, p. 150. — Espèces diverses citées, avec indication des terrains où on les trouve, p. 154 et suiv. — Différences signalées par M. Matheron entre les Hippurites et les Radiolites, confondues en un même genre par M. Goldfuss, p. 320.

Raipas. Documents fournis par M. Robert sur la mine de ce nom; le minerai est en amas; roches qui servent de gisement, p. 32. — Variétés que présente le cuivre; autres minéraux qui l'accompagnent, *ibid.*

Ramond. Résultat des observations qu'il a faites en Auvergne, p. 230.

Raulin. Il présente sa carte géognostique du plateau tertiaire parisien, p. 389.

Ravines et sillons observés à Orsay près Paris dans les grès marins supérieurs; au contact du terrain tertiaire et de la craie dans le calcaire de montagnes près Boulogne-sur-Mer; à la surface des calcaires près Chambéry, 319, 320. — Nécessité de ne point confondre les époques de ces phénomènes, p. 320. — Rides et sillons signalés par M. d'Orbigny sur les sables et argiles des bords de la mer analogues à ceux observés entre divers terrains secondaires, *ibid.* — Différence qui signale ces stries de celles attribuées aux glaciers, p. 320.

Refroidissement. Effets du refroidissement sur les gaz tenus en dissolution, p. 180. — Du refroidissement dans une sphère et de celui du globe terrestre par rapport aux gaz, p. 180, 181, 182.—Les révolutions du globe expliquées, suivant M. de Roys, par le mode de refroidissement; autorité de M. Rozet invoquée, p. 238. — Etat de la température des corps qui se solidifient; marche du calorique, *ibid* —Causes du refroidissement du globe sont extérieures, rayonnement du calorique; marche du refroidissement, son état dans la période tertiaire, p. 239. — La contraction qui résulte du refroidissement cause, suivant M. Cordier, des éruptions volcaniques, *ibid* — Rôle que joue l'eau dans le refroidissement du globe, p. 240. — Effets de la condensation et de l'évaporation, p. 240, 241. — Agrandissement de surface par suite de la tension, p. 242. — Effets de la contraction de l'écorce solide; rupture qui en résulte; ses effets, p. 243. — Influence du flux et du reflux dans le refroidissement, *ibid.* — Congélation et destruction des êtres vivants; formation des

grands glaciers, p. 244. — Observations de M. Angelot sur la marche du refroidissement des corps, et par suite du globe; cavités ou chambres qui se forment dans une sphère; places que doivent occuper celles qui doivent se faire dans l'intérieur du globe, p. 247, 248, 249. — Réponse de M. de Roys à M. Angelot; refroidissement simultané des éléments du granite; phénomènes qui accompagnent le refroidissement des corps en général et du globe en particulier; sur le refroidissement des laves, p. 249, 250, 251. — Nouvelle réplique de M. Angelot sur le refroidissement des corps en général et du globe en particulier; sur le refroidissement des laves; phénomène curieux présenté par le granite, p. 377, 381. — Quelle couche de glaces peut fondre la quantité de chaleur qui, chaque année, sort de la terre; origine de cette chaleur, p. 399, 400. — Conséquences déduites de la double cause de cette chaleur, 401, *note*.

Reichenau, au confluent des deux Rhins. Description des terrains de transport des alentours de cette localité; deltas, monticules, p. 330, 331, 336. — Hauteur des terrasses, p. 338. — Banc de sable cité p. 340. — M. Martins n'y a point vu de surfaces polies, p 343. — Nature et forme du plateau sablonneux de Reichenau, rappelé p. 344.

Renaux. Rend compte de la course géologique à Rustrel et à Gargas, p. 497. — Son opinion sur la couleur bleue des os de Gargas, et sur les marnes grises de cette localité, p 502, 503. — Observations différentes de MM. Coquand et Michelin, p. 506 et suiv. — MM. Itier et Requien appuient l'opinion de M. Renaux, p. 507. 508.

Renoir. Réponse aux objections faites par M. Angelot à la théorie des glaces générales, p. 43. — Réplique de M. Angelot, p. 52. — Le refroidissement actuel du globe ne prouve point que la terre n'ait pu voyager dans des régions plus froides, p. 43. — Observation sur les taches solaires lors de l'existence desquelles la température a baissé, p. 44. — Explication par M. Angelot, p. 53. — Nouvelles preuves du mouvement de la terre dans un milieu résistant, et de l'existence des grandes glaces, p. 44. 45. — M. Angelot repousse les conséquences qu'en tire M. Renoir, p. 53. — Réponse aux arguments tirés de la non-diminution de la durée du jour sidéral; croissance des plantes aux mêmes latitudes, établie par les recherches de M. Arago, conséquences, p. 45. — Divers fluides occupent les espaces planétaires; éruptions volcaniques possibles pendant la période glaciale; dépôt important plus moderne reposant sur le terrain diluvien, p. 46. — — Réponse à l'assertion que la grosseur des blocs erratiques va en diminuant à mesure qu'ils s'éloignent du point de départ; circonstances à étudier, p. 46, 47. — Surfaces polies mal observées, p. 47. — Réplique de M. Angelot, p. 53. — Preuve que les glaciers ont été jadis plus puissants qu'ils ne le sont aujourd'hui, p. 47. — Le refroidissement de la terre plus avancé sous la zone torride, par suite de son renflement à l'équateur; conséquences qui en dérivent, p. 47, 48. — Doutes sur la disposition des terrains carbonifères, p. 48. — M. Renoir n'a jamais cru la terre abandonnée à la seule température des espaces planétaires; explication de sa pensée, p. 48, 49. — Développement incontestable des glaciers à la suite de l'époque tertiaire prouvé par les travaux de M. Agassiz; arguments qui prouvent l'effet d'un faible abaissement de température, p. 49. — Preuve que si les glaciers actuels n'existaient plus, il ne s'en formerait pas de nouveaux, p. 50. — Observation de M. Fauverge contre le rapprochement de la terre du soleil, p. 52.

Requien. Description du *Lychnus Matheroni*, nouvelle espèce de fossiles du terrain d'eau douce des Bouches-du-Rhône, décrite par M. Requien, p. 495. — Son opinion sur les argiles de Gargas, p. 508.

Resson. Description du tuf de ce nom; sa circonscription; sa composition; empreintes végétales; coquilles et os d'éléphants qu'on y trouve; puissance, p. 70, 71.

Révolutions du globe. Déplacement de l'axe du globe; causes qui ont pu l'amener; influence de la grande crevasse des Andes, p. 175, 176. — La manière dont le refroidissement du

globe a eu lieu peut expliquer une partie des dislocations, suivant MM. Rozet et de Roys, p. 238. — Révolutions observées par M. Alc. d'Orbigny dans le bassin tertiaire des Pampas, p. 353. — Révolutions et dislocations éprouvées par le sol de la Toscane, suivant M. de Collégno, p. 281.

Rhin. Extrait d'un travail de MM. de Verneuil et d'Archiac sur les fossiles des terrains anciens des bords du Rhin, p. 257. — Motifs de l'ouvrage; considérations générales; liste des fossiles, p. 258, 262. — Description des formes régulières du terrain de transport, ou terrasse des vallées du Rhin, par M. Martins, p. 324. — Rhin antérieur; vallées de Tavetsch et de Disentis, p. 324, 325, 326. — Rhin postérieur; vallée d'Ander, p. 327, 328. — *Via mala*, 329. — Vallée de Domleschg, p. 330. — Changement du cours du Rhin, p. 333. — Confluent des deux Rhins; Reichenau, *ibid.* Constance dans la régularité des formes du terrain erratique. — Considérations générales, p. 335. — Caps diluviens, p. 337. — Terrasses, p. 338. — Origine de ces formes, *ibid.* — Conjectures sur l'état primitif des vallées; hypothèse de M. de Charpentier, la meilleure, p. 342, 343.

Rhinocéros. Fémur de ce mammifère trouvé par M. Rozet en Auvergne dans l'arkose, liant le granite au terrain tertiaire, p. 366.

Rhône Note de M. Leblanc sur un mémoire de M. de Charpentier sur les glaciers et le terrain erratique du Rhône, p. 125. — Même travail, cité p. 316. — Indication du terrain néocomien à la perte du Rhône; il y supporte le gault en stratification concordante, p. 299. — Le lehm est supérieur dans la vallée du Rhône, à Lyon, aux cailloux roulés avec blocs, p. 365. — M. Deluc croit les blocs de la Basse-Suisse descendus par la vallée du Rhône, p. 370.

Ritter. Opinion de M. Boué sur ses travaux géographiques, p. 141.

Rivière. Sur le métamorphisme des schistes-ardoises dans quelques points du bassin d'Angers; observations sur l'emploi du mot bassin, p. 16.

Robert (Eugène). Observations géologiques faites dans le nord de l'Europe, principalement sur les traces anciennes de la mer pendant les années 1837-1838. — De Hambourg à Hammerfest, p. 17. — Voyage au Spitzberg, p. 21 — Observations sur les glaciers et les glaces flottantes, p. 27. Observations d'eau liquide à + 124° cent., p. 189, *note.* — Recherches sur des minerais de fer hydroxydé, notamment du fer pisolitique, et sur un gisement de deutoxide de manganèse hydraté observé à Meudon, p. 348. — Mémoire sur des dents et des coprolites de Sauriens, sur les ossements de Lophiodon, de Crocodiles et de Tortues, accompagnés de grains de Chara, observés dans la partie supérieure du calcaire grossier de Passy, suivi de considérations étiologiques relatives aux gisements ossifères de cette localité et de celle de Nanterre, p. 348, 349. — Observations de MM. Ch. d'Orbigny et Leblanc, p. 349.

Roccamonfina. Extrait du mémoire de M. Léopold Pilla, intitulé : Application de la théorie des cratères de soulèvement au volcan de Roccamonfina dans la Campanie, p. 402. — La montagne est trachytique; à la formation de ce cratère de soulèvement se rattache le transport des tufs volcaniques de la plaine de Sorrente, p. 402. — On y voit un passage de la forme plutonienne à la forme volcanique, p. 403.

Roches cristallines. Nature de celles du Spitzberg et de Bell-Sund; accidents qu'elles présentent, p. 22. — Modifications qu'elles éprouvent au cap Nord et dans les parties voisines, p. 29, 30. — Sur les rives du Muonio et du Tornea-Elv, p. 34, 35. — Roches cristallines formant la chaîne centrale dans le N.-E. du Tyrol; accidents qu'on y voit, p. 131. — Extrait du travail de M. Coquand sur les roches ignées du Var, p. 407, 408.

Roches polies. Voir *Surfaces polies.*

Roissy (de). Réponse de M. Boué à cette assertion, que chaque classe d'êtres organisés présente des divisions en rapport avec l'ancienneté relative du terrain, p. 86.

Rolland du Roquand. — Observation de M. d'Orbigny sur sa théorie de l'origine des Rudistes, p. 152.

Roque-Favour. Documents sur cette localité visitée par la Société, p. 412.

Rome. Notice géologique sur les envi-

rons de cette ville, par M. Hoffman de Berlin, citée p. 317.

Rougier. Volcan éteint ouvert dans le trias, visité par la Société, p. 476, 477. — Disposition du muschelkack et du grès bigarré, p. 476. — Considération sur son apparition; analogie entre ses éjections et celles du volcan de Beaulieu, p. 477. — Série et coupe des terrains de ce volcan, p. 477, 478.

Roys (de). Note sur le refroidissement du globe, les divers phénomènes qui l'accompagne et ceux des révolutions du globe qu'il peut expliquer, p. 238. — Observations de M. Angelot, p. 245. — Réplique de M. de Roys, p. 249. — Addition de M. Angelot à ses observations, p. 377.

Rozet. Observation sur les causes attribuées par M. Bourjot à l'inclinaison de certaines couches jurassiques, p. 100. — Mémoire sur les inégalités de la structure du globe, p. 175. — Annonce de son travail sur les volcans de l'Auvergne, p. 177. — Observations de MM. Prevost et Angelot; réponse de M. Rozet, p. 177, 178 — Observations sur la théorie des soulèvements et les causes du diluvium, p. 196. — Faits observés en Auvergne et à Pontgibaud, p. 198. — Analyse d'un mémoire sur les phénomènes volcaniques de l'Auvergne, p. 218, 230. — Réponse à une question de M. Angelot sur le domite, p. 230. — Observation d'une assise diluvienne à chaque révolution du globe, citée p. 245, *note*. — Roches quarzeuses sorties à l'état liquide, p. 250. — Il admet une partie des théories de M. de Roys, p. 251. — Observations sur les variations du pendule et les résultats obtenus par M. Biot; conséquences qui en découlent, p. 254, 255. — Sur la position du lehm à Lyon, p. 265. — Et sur la roche faisant jonction entre les terrains tertiaires et le granite en Auvergne, p. 366. — Détermination du grès à hélice, p. 487.

Rudistes. Considérations sur les rudistes, par M. A. d'Orbigny, p. 148. — Reflexions sur le classement des Rudistes: ce sont des Brachiopodes, p. 149 — Division des Brachiopodes; des Rudistes, p. 150. — Ils sont en bancs distincts; localisés là où ils ont vécu, p. 151. — Réponse de M. Rolland qui les croit transportés, p. 152, *note*. — Premier étage néocomien; première zone de Rudistes; noms des espèces, p. 152. — 2e étage, gault; 3e étage, craie; craie chloritée; 2e zone; noms des espèces, p. 154. — 3e zone; espèces, p. 155. — Résultats de la comparaison des Rudistes de divers bassins, p. 156, 157. — 4e et 5e zone, noms des espèces, p. 158, 159. — Résumé; étendue et comparaison des zones; disposition des couches, p. 159, 160, 161.—Observation de M. d'Archiac; divisions admises par lui; position respective des Rudistes et des Ammonites, p. 161, 162. — Observation de M. Cordier sur les Rudistes voisins des bains de Rennes, p. 162. — Remarque de M. Michelin et comparaison des Rudistes et des Cranies; réponse de M. A. d'Orbigny, *ibid* —Tableau de M. A. d'Orbigny, explicatif de sa théorie, p. 162.—Rudiste trouvé dans le terrain crétacé de la Loire, p. 360. — Travail de M. Matheron sur les Rudistes de Provence, p. 520.

Russegger. 1re partie du 1er volume de son voyage en Afrique, en Asie, en Grèce, etc, cité avec éloge par par M. Boué, p. 304.

Rustrel. La Société y reconnaît des marnes rouges, un dépôt ferrugineux des galets de fer, des argiles grises du gault, et des sables chlorités, p. 500, 501.—Rapportés au gault et remaniés, p. 504.—Différence entre les argiles de Rustrel et celles de Gargas, p. 501.

Russie. Observations faites par M. de Verneuil dans le Sud-Oural, p. 11. — Terrain silurien, calcaire carbonifère, p. 12. — Terrain type, nommé par M. de Verneuil *terrain permien;* les dépôts de gypse et de sel s'y rattachent, p. 12, 13. — Influence du relief des terrains devoniens sur le relief actuel des bassins, p. 14. — Travaux géologiques exécutés en Russie, *ibid.* — Tableau des terrains de la Russie d'Europe, par M. de Verneuil, p. 98. — Gisement des ossements de Mammouths, observé en Russie par lui, p. 197. — Origine de bois fossiles, suivant M. Eichwald, *ibid.* — Note de Pallas sur le gisement des Mammouths; observation conforme de M. de Verneuil; calcaire des Steppes, sa puissance à Taganrog, p. 212, 213, 214.

S

Sables lancés de l'intérieur par une grande fissure en Belgique, suivant M. d'Omalius, p. 62. — Cette opinion reproduite, p. 365.
Sables et argiles rouges supérieurs au diluvium remplissent les puits naturels des environs de Paris; accidents qu'ils présentent; leur liaison, p. 361. — Leur rapport avec les puits naturels; leur éjection probable, p. 364. — Opinion de MM. Melleville et d'Omalius, p. 364, 365. — Ces sables et argiles sont, suivant M. Leblanc, analogues à ce que M. de Sénarmont appelle terrain de transport argileux, p. 388. — Caractères qui les distinguent du diluvium; cette distinction est repoussée par M. Lechatelier; cette couche est pour M. Boubée le lœss du Rhin, p. 389. — M. C. Prevost l'a vue à Varangeville, recouvrant les sables et silex supérieurs à la craie, p. 388.
Sables et grès supérieurs. Colorés, suivant M. C. Prevost, dans les environs de Paris, par les oxides de fer, de manganèse et de cobalt; explication du phénomène; ces deux derniers métaux de date plus récente, p. 205. — Observation analogue faite par MM. d'Archiac et Michelin, p. 206.
Sables diluviens. Leur manière d'être dans deux gisements observés près Paris par M. Leblanc, p. 350.
Sables jaunes. Couche supérieure du terrain tertiaire en Toscane; localités où on les voit; rognons de grès colorés siliceux; coquilles et polypiers fossiles, p. 271. — Ils sont recouverts par un calcaire lacustre coquillier; effets de l'infiltration des eaux, p. 270, 271, 272.
Saigey. Indication des résultats obtenus par lui dans ses calculs géodésiques, par rapport à l'élévation de Paris, p. 230.
Saint-Cassian. Observation de M. Boué sur les fossiles de ce lieu; terrains qu'on y observe: calcaire carbonifère, trias, dolomies, terrain jurassique inférieur; prolongation d'un banc secondaire coquillier en Carinthie, p. 302, 303.
Sainte-Constance. Situation de la mine de ce nom près Calcena (Espagne) minéraux et métaux qu'on y trouve, p. 353.
Sainte-Victoire. Documents géologiques sur cette montagne, p. 473, 474.
Salzbourg. Orthocères mêlées à des Ammonites, p. 88. — Manière dont elles se présentent, p. 90, 91.—Fait analogue, cité p. 302.
Sarthe. Documents sur la géologie de ce département, principalement pour le terrain crétacé, p. 356, 357. — Aptychus trouvé dans les terrains carbonifères; Bélemnite trouvée dans le terrain crétacé de ce département, p. 359.
Sauriens. Fossiles signalés dans le terrain nommé Permien par M. de Verneuil, p. 12.—dans un gisement du calcaire grossier de Passy avec graines de Chara, p. 350, 351. — Fragment de côte de Saurien trouvé dans la craie blanche de Crenay (Aube), p. 372. — Ossements de Saurien trouvés dans le Var dans le terrain à lignites, p. 449.
Sauvages (l'abbé). Observations sur les Cévennes et les environs d'Alais, citées p. 410.
Savi. Sa description du Verrucano, rappelée p. 261. — du *gabbro-rosso*, p. 267. — Ses travaux sur le terrain tertiaire ophiolitique, cités p. 268, 280. — Son opinion sur le combustible des marnes bleues tertiaires des Maremmes, p. 269. — sur la *Panchina*, p. 275. — Son opinion sur les schistes de la Gorgona, p. 315. — Sa carte géologique des Alpes apuanes, citée p. 316. — Son Mémoire sur l'île d'Elbe, cité p. 317.
Savoie. Série des terrains tertiaires de cette province présentée par M. Chamousset: blocs erratiques, tertiaire supérieur, tertiaire inférieur; analogie entre quelques uns de ces terrains et ceux d'Aix en Provence, p. 484, 485. — Brèche analogue à celle du Tholomet; son origine, p. 484. — Observation de M. Itier sur l'analogie entre les terrains tertiaires de Provence et ceux de Savoie, p. 485. — Le terrain tertiaire reposant immédiatement sur le terrain à Chama aux environs de Chambéry prouve le peu de relation entre le terrain ju-

rassique et le terrain crétacé, suivant M. l'abbé Chamousset, p. 518. — Epoque du soulèvement des montagnes de Savoie, postérieure au terrain crétacé et même à la molasse marine, p. 518, 519.

Scandinavie. Observations de M. E. Robert dans cette partie du N. de l'Europe, principalement sur les traces anciennes de la mer, p. 17. — Atterrissements formés sur les côtes; nature des matières, p. 17, 20. — Traces du séjour des eaux, formes mamelonnées des roches, p. 18. — Elévation des montagnes, profondeur de la mer aux pieds, p. 20, 21. —Observations faites à Hammerfest: dépôt de scories volcaniques, p. 21. — Conclusions sur les traces de l'ancien séjour de la mer en Scandinavie, intermittence; faits analogues observés sur les rives de la Seine; causes présumées des variations du sol, p. 35, 36, 37. — Conjectures sur l'ancien aspect de la Scandinavie, p. 36, 37. — Atterrissements, leur nature; origine des blocs, transport par les glaces, p. 38, 39. — Conjectures sur l'origine des stries des roches, p. 40. — Action des courants sous-marins, cause du relief du sol, p. 41.

Schistes argilo-calcaires. Servant, suivant M. S. Gras, de gisement au spilite à Villard d'Arène, et non le schiste talqueux, p. 94, 95. — Place occupée par ces schistes dans la montagne des Trois-Evêchés, *ibid.* — Manière dont ces schistes se présentent dans le Tyrol, p. 131, 132. — Schistes argilo-ferrugineux signalés dans la Sierra di Moncayo, p. 352.

Schistes cristallins. Micaschiste cité dans le Tyrol, p. 131.

Schistes talqueux. N'ont point donné passage au spilite, comme le croit M. Coquand, mais bien les schistes argilo-calcaires, suivant M. S. Gras, p. 94, 95. — Manière d'être de ces schistes près de Novara (Sicile); atterrissements auxquels ils donnent lieu par leur désagrégation, p. 234, 235. — Schistes talqueux épidotifères du macigno en Toscane, p. 267.

Schnals. Documents sur cette vallée, où on signale le micaschiste, l'amphibolite et le gneiss, p. 302.

Schulthegel. Nom donné par les géologues suisses à une des formes du terrain de transport, que M. Martins appelle deltas inclinés, p. 325, 335.

Scoresby. Analogie signalée entre les glaciers de la Suisse et les montagnes du Spitzberg, p. 196.

Sedgwick. Réponse à la critique que lui et M. Murchison ont faite de Bélemnites trouvées par M. Boué dans le dépôt de Gosau, p. 133, 135.

Seine. Grottes disposées par étages sur les bords de cette rivière, observées par M. E. Robert, qu'il rattache aux phénomènes de la variation du niveau, p. 36.—Description du dépôt diluvien du bassin de ce fleuve, sa nature, sa composition dans la partie supérieure, son développement vers Troyes, vers Nogent, p. 66-70. — Nature des graviers, p. 67, 68, 70. — Os fossiles, p. 70. — Terre jaune analogue au lehm du Rhin; coquilles, p. 68. — Résumé, p. 75. — Différence entre le diluvium de Troyes et le diluvium de Paris, p. 76.

Sel. Dépôt de sel et de gypse d'une partie de la Russie, rapporté par M. de Verneuil au système qu'il appelle *Permien*, p. 12. — Salines ouvertes dans les marnes bleues près Volterra, de l'étage supérieur des terrains tertiaires de Toscane, p. 273. — Histoire des mines de sel de Wieliczka, par M. Hrdina, avec description géognostique des terrains salifères, etc., citée avec éloge par M. Boué, p. 304.

Sélagite. Développement de cette roche à Bell-Sund, accidents qu'elle présente; stries de glissement, p. 23. — Cette roche manque sur les côtes de l'île Magerœ, p. 30.

Semmola (S.). Note sur le cuivre oxidé natif ou tenorite, traduite par M. d'Hombres-Firmas, p. 206.

Sénarmont (de). Présente la carte du département de Seine-et-Oise et celle du département de Seine-et-Marne, p. 388. — Explication sur le terrain de transport argileux, p. 389.

Serpentine. Connexion en Toscane et en Italie entre les roches serpentineuses et les roches jaspoïdes; action des serpentines sur les macignos, p. 267. — Schistes de la Gorgona traversés par la serpentine, p. 315. — Serpentine citée à la montagne de l'Impruneta comme passant à l'euphotide, p. 317. — Fragments de cette roche signalés dans le terrain tertiaire ophiolitique de Toscane, p. 268. — Voisinage constant de la

serpentine et du terrain tertiaire ophiolitique; influence de la serpentine dans la formation de ce terrain, p. 280 — Age relatif de l'apparition des serpentines, p. 281. — Serpentine de l'île d'Elbe traversée par des filons granitiques, *ibid.*

Sicile. Carte de cette île, par Hoffmann, citée p. 234. — Constitution géologique des Monts-Pelores; désagrégation des schistes talqueux; atterrissements qui en résultent dans la rivière de Fondachelli; mesure de ces atterrissements; blocs que les éboulements entraînent, p. 235, 236.

Sierra di Moncayo. Délimitation de cette chaîne; indication générale des terrains; ils sont pauvres en métaux; la chaîne de Moncayo proprement dite est formée de calcaire anthraxifère, p. 350, 351. — Vieux grès rouge avec fer oligiste et empreintes végétales, p. 352. — Calcaire de montagne avec grauwacke; eaux thermales et sulfureuses; coquilles fossiles, p. 352, 353. — Terrains tertiaires lacustres; gypse, stérilité de ces terrains, p. 352. — Mine de galène, de cuivre, etc., de Sainte-Constance, p. 353, 354.

Silex et calcaire de la craie se reproduisant dans toute la période tertiaire, p. 364. — Silex brisés et non roulés empâtés dans une glaise brune ou jaunâtre; ce dépôt repose sur la craie, et il est recouvert par le lehm en Normandie et en Picardie, suivant M. d'Omalius, p. 365. — Liaison entre les glaises brunes ou jaunâtres, les silex non roulés et le dépôt argilo-sableux supérieur, qui sont distinctes du dépôt avec cailloux roulés, blocs et ossements, *ibid.*

Sismonda. Son opinion sur le Verrucano, citée p. 264. — Sa carte géologique des Etats sardes, citée p. 317.

Société géologique. Compte-rendu par le trésorier pour l'année 1841, p. 167. — Rapport sur ce compte, p. 169. — Budget pour l'année 1842, p. 199. — Rapport sur les archives et le mobilier de la Société, p. 215. — Compte-rendu de la réunion extraordinaire tenue à Aix (Provence), p. 405 et suiv. — Discours de M. Teissier sur les travaux de la Société de géologie et ses progrès, p. 521-525. Discours de clôture des travaux de la réunion extraordinaire d'Aix, par M. Coquand; série des terrains observés; formation triasique, jurassique, crétacée, tertiaire, terrains ignés, p. 525 et suiv.

Solfatare. Explication par M. Piria des vapeurs d'eau de la solfatare de Pouzzoles, p. 185.

Solidification. Solidification du globe, p. 181, 238. — Température des métaux quand la solidification a commencé, p. 238. — Dégagement du calorique par suite de la solidification, p. 241. — Rapport entre la partie du globe liquide et l'écorce solide, p. 246. — Marche progressive de la solidification, p. 247. — Chambres formées dans les balles de plomb au moment de la solidification du côté opposé à la direction de la gravité, p. 248. — Les progrès de la solidification exigent, suivant M. de Roys, l'abaissement de la température de la masse liquide; conséquences, p. 249. — Observations de M. Angelot sur cette assertion, p. 377. — Considérations sur la solidification et ses causes. Elle est le résultat d'un arrangement différent dans les molécules et non un simple rapprochement, p. 377, 378. — Conséquences déduites de l'augmentation de volume de certains corps en se solidifiant, p. 378 Voir *Surfaces polies.*

Soulèvement. Données desquelles est parti M. de Beaumont pour établir sa théorie, suivant M. Rozet, p. 196 — Relation entre les soulèvements de la Corse, des Alpes occidentales et des Alpes principales avec l'éruption des trachytes en Auvergne, p. 224, 225. — Soulèvement du Canigou, postérieur, suivant M. Paillette, au dépôt de lignite de Livia, etc. (Espagne), p. 233. — Argile pampéenne rattachée au soulèvement des Cordilières par M. A. d'Orbigny, p. 253. — Indication du parallélisme entre les soulèvements de la Toscane et ceux qui leur correspondent dans d'autres parties du globe, p. 282. — M. Pissis indique deux époques de soulèvement au Brésil; leur direction, p. 290. — Influence du soulèvement sur la formation des vallées de divers points du globe, p. 345. — Les soulèvements ont mis de la confusion dans les chaînes de montagnes en Espagne, p. 351. — Les alignements de monticules sableux de la forêt de Fontai-

nebleau paraissent répondre au neuvième soulèvement de M. de Beaumont, p. 363. — Le système des marnes rouges de Provence se rattache au soulèvement des alpes d'Autriche, p. 474. — Il en est de même du muschelkalk, p. 476. — Soulèvement de la vallée d'Apt rapporté à celui de Ventoux, p. 504. — Epoque du soulèvement des montagnes de Savoie, postérieur au terrain crétacé et à la molasse marine, p. 518, 519.

Source minérale sulfureuse de Gravalos, Espagne, surgissant de la grauwake moderne, p. 352. — Eau sulfureuse de Camoins, près Marseille, sortant d'une couche calcaire et gypseuse, p. 466.

Source thermale sortant de poudingues calcaires près Voeslau (Autriche); sa comparaison avec celle de Baden, p. 84. — Note sur les sources thermales voisines de Broussa (Anatolie), p. 142.—Source thermale surgissant à Litero et Amadillo, dans la Sierra di Moncayo, dans la grauwacke moderne, p. 352. — Source thermale d'Aix (Provence), rattachée par M. l'abbé Chamousset aux phénomènes qui ont donné naissance à des terrains à gypse, p. 465.

Spilite (*Méluphyres*). Note de M. S. Gras sur un gîte de spilites de Villard-d'Arène pour combattre le siége d'éruption que leur assigne M. Coquand, et l'action qu'il leur attribue sur les roches voisines, p. 93. — Gisements des spilites dans la montagne des *Trois-Evêchés*, p. 94. — Les variétés de spilites passent de l'une à l'autre, p. 95. — Place réelle des spilites objectifs de la note de de M. Gras, *ibid.* — Causes de l'erreur de M. Coquand; localités où se voient les spilites feuilletés et ceux stratifiés, p. 96. — Les spilites, aussi bien que les noyaux caltaires qu'ils renferment, peuvent être d'origines plutoniques ou métamorphiques; caractères qu'il faut observer, *ibid.* — Travail de M. Coquand sur les spilites; ses divisions; leur action sur les calcaires du département du Var; leur âge par rapport aux terrains ignés de ce département; il a amené le redressement de l'Esterel, p. 407, 408. — Filons de méluphyres du Plan-de-la-Tour; leur manière d'être contredit l'opinion de M. Gras sur l'origine métamorphique des spilites, p. 408, *note.* — Causes d'erreur indiquées par M. Coquand, p. 409. *note.*

Spirulirostra. Description par M. d'Orbigny de ce nouveau fossile, trouvé par M. Bellardi dans les terrains tertiaires subapennins de Turin, p. 396, 397. — Il est l'intermédiaire de la Spirule et de la Sèche, p. 397. — Conséquence déduite de la forme de son osselet, p. 398.

Spitzberg. Voyage au Spitzberg par M. E. Robert, p. 21. — Allure des montagnes, p. 22. — Etat du terrain houiller au Spitzberg, plantes qu'on y trouve surtout, et qui ont concouru à la formation de la houille, p. 23, 24, 25. — Analogie entre certaines roches de la terre de Van-Diemen et quelques unes du Spitzberg, p. 25, *note.* — Identité probable entre les roches des montagnes de Bell-Sund et celles du Spitzberg, p. 27. — Place occupée par les glaciers, manière dont se font les éboulements de glace, p. 27, 28 — Trous vus dans la glace à la suite du dégel, p. 28, 29. — Caractères analogues entre les montagnes du Spitzberg et celles de la Suisse, observés par M. Scoresby, p. 196.

Steinberg. Observations dans cette montagne faites par M. E Robert; composée de gneiss, talcite feldspathique et veines d'épidote; régularité de ces dernières, dessinées par la végétation; formes arrondies des roches; hauteurs mesurées, p. 18.

Steppes de Kirghis. Observations de de M. de Verneuil dans une partie de ces steppes; porphyres et serpentines, p. 11.

Stonesfield. Observations de M. Boué sur les ossements fossiles de cette localité, p. 85.

Stotter (Michel). Observations géognostiques et botaniques pendant un voyage dans la vallée d'Œtz et celle de Schnals, avec carte géologique, par MM. Stotter et L. de Heufler, cités par extrait, p. 301, 302.

Stries de glissements observées sur la selagite de Bell-Sund, p. 23. — Exemples divers de stries vues sur les roches par M. Robert; cause qu'il leur assigne, p 33. — Direction générale des stries observées sur les blocs de la vallée du Mont-Cenis; les unes produites par le mouvement propre,

et les autres par les trous des ruisseaux, p. 126. — Stries citées par M. Unger sur divers blocs dans le Tyrol, p. 133.—Considérations par M. Martins sur l'origine des stries de roches polies; action des glaciers aidés des sables siliceux, p. 163, 164. — Divers échantillons de roches striées présentés par le même, p. 164. — Différence entre les stries produites mécaniquement et celles qui viennent d'autre cause, p. 165. — Stries vues par M. Berzélius sur le flanc de la montagne d'Elfaden, en Dalécarlie, p. 196. — Observation de M. Rozet sur ces stries, *ibid.* — Direction constante de ces stries dans les montagnes; elles sont plus profondes sur le porphyre que sur le granite, *ibid.* — Différence entre les stries attribuées aux glaciers et les rides produites par les eaux, p. 320. — Localités de la Suisse où M. Martins nie l'existence des surfaces polies, p. 343. — Vallées des Pyrénées où les a vues M. Boubée, p. 347. — Conditions exigées par M. Deluc pour la formation des stries et le poli des roches, p. 368.— Considérations de M. Itier sur les stries de la Grotte-aux-Fées, p. 469.

Strontiane. Sulfate de strontiane signalé dans les puits naturels des environs de Paris, p. 362.

Studer. Ses observations sur les serpentines de l'île d'Elbe, citées p 281. Son Mémoire sur la carte géologique des chaînes calcaires et arénacées entre les lacs de Thun et de Lucerne, cité p. 373. — Ses conjectures sur la nature du calcaire du Faulhorn, confirmées par l'étude des fossiles, *ibid.*

Succin Trouvé par M. E. Robert dans des fragments de lignite pisiforme à la rade de Bell-Sund, p. 26. — Avec débris de végétaux et dents de Crocodiles trouvés dans les lignites à Amy (Oise), p. 321.

Suède. Documents sur la géologie de cette partie de l'Europe, p. 35 et suivantes. — Etudes sur les ozars de la Suède, indiquées p. 322, 323.

Suisse. Localités diverses où M. Martins a observé des formes régulières dans le terrain de transport: canton de Schwitz, lac de Brienz, de Thun, à Berne, près Bâle, p. 334. — Localités de la Basse-Suisse où M. Deluc a observé des blocs erratiques; il les croit descendus par la vallée du Rhône, p. 369, 370.

Superga. Travail de M. de Collegno sur la Superga, rappelé p. 266. — Molasse tertiaire et poudingue de Toscane analogues à ceux de la Superga, p. 268. — Les terrains de Toscane correspondant à ceux de la Superga sont liés aux masses serpentineuses, p. 279. — Analogie citée par M. Michelin entre les terrains des bords des étangs de Lavalduc et d'Engrenier, et de la molasse coquillière en général avec les terrains de la Superga, p. 422, 490.

Surfaces ou *roches polies.* Formes qu'impriment les glaciers aux surfaces qu'ils polissent, p. 47. — Observation de M. Angelot, p. 53. — Note sur quelques échantillons de roches polies et striées, par M. Martins, p. 163. — Nature et origine des échantillons, description et disposition des stries et de la surface polie, p. 163, 164, 165. — Echantillons montrant la différence entre le poli et les stries produites mécaniquement, et ceux qui résultent d'autre cause, p. 165. — Localités de Suisse où M. Martins nie l'existence de roches polies, p. 343. — Vallées des Pyrénées où M. Boubée a vu des roches polies, p. 347. — Communication par l'abbé Chamousset d'une roche polie et striée prise près Chambéry, p. 467. — Nouveaux détails donnés par M Itier; cause qu'il assigne au phénomène, conséquence qu'il en tire contre l'abus de la théorie des glaciers, p. 469-472. Voir *Stries.*

Syrmie. Observations faites dans cette province par M. le comte Breuner, indiquées par extrait, p. 140.

T

Taganrog. Constitution géologique des environs de cette ville vue par M. de Verneuil, conforme à la description de Pallas; couche qui sert spécialement de gisement aux os fossiles; conclusions sur l'époque de la

vie des animaux; puissance du calcaire des types, p. 213, 214.

Talcites. Talcites phylladiformes forment un étage des terrains primordiaux du Brésil; cités dans la province de Minas-Geraès; quarzites et itabirites interposés; étendue de cette formation et sa direction; modification de la roche, p. 284, 285. — Le talcite phylladiforme sert de gisement aux mines d'or et de pierres précieuses du Brésil, p. 286. — Ces talcites forment les montagnes les plus élevées du Brésil; ils disparaissent sous un grès, p. 286.

Talus. Manière dont se forment les talus des terrasses; talus naturels; talus produits par érosions; exemples pris en Suisse; application au delta de Reichenau, p. 340, 341.

Tangue. Sorte d'engrais usité en Bretagne; son origine suivant M. E. Robert, p. 20.

Tavetsch (*Suisse*). Description de cette vallée et des terrasses qu'on y observe, p. 324, 325.—Citée pour les deltas inclinés, p. 335.

Tegel ou *argile coquillière tertiaire*, cité p. 84.

Telovo ou *Tiavo.* Explication de la manière dont ce lac peut communiquer avec celui d'Ostrovo, par M. Grisebach; observations de M. Boué, p. 145, 146.

Température. Détermination rigoureuse de l'accroissement de la température intérieure du globe par les observations de MM. Arago et Walferdin, p. 123, *note.* — Température de l'Océan, p. 187.— Température du globe à certaines profondeurs; élasticité de la vapeur à cette température, p. 189.— Eau liquide à haute température, p. 189, *note.* — Température d'un corps passant à l'état solide reste constante, suivant M. de Roys, p. 238. — Observations de M. Angelot, p. 245, 246. —Température des espaces célestes, suivant divers physiciens, p. 239. — Causes qui, suivant M. Angelot, s'opposent à une uniformité absolue de température dans la partie liquide du centre du globe, p. 246, 247.— Considérations paléontologiques desquelles M. Deluc déduit les modifications de la température atmosphérique, p. 370, 371.

Tenorite (*cuivre oxidé natif*). Note sur cette substance par M. S. Semmola; historique; qualités physiques et chimiques; expériences diverses; différence entre ce cuivre natif et celui qui est artificiel; qualités distinctives; origine et gisement; notes, p. 206. 211.

Tension des corps. Considérations générales, par M. Angelot; idées théoriques de M. Arago sur ce sujet, p. 377.

Terrains anciens. Extrait d'un mémoire de MM. de Verneuil et d'Archiac sur la distribution et la classification des dépôts paléozoïques du N. de l'Allemagne et de la Belgique, p. 257. — Liste d'espèces décrites, p. 261.

Terrain cambrien. Système général auquel il se rattache pour la France, p. 111. — Signalé aux Monts Pelores (Sicile), p. 234.

Terrain crétacé. Considérations de M. Boué sur le terrain crétacé des Alpes, p. 138. — Roches noires du terrain crétacé, cité par M. Boué, près du lac Telovo, p. 146. — Divisions du terrain crétacé en France; indication générale de sa direction et du système de montagnes auquel il se rattache, p. 109. — Rudistes reconnus par M. d'Orbigny dans les craies et craies chloritées; zones qu'il y établit, nomenclature des espèces, p. 154, 159. — Résumé; les Rudistes s'y sont montrés cinq fois sous formes différentes, p. 159, 160.—Tableau, p. 162.—Terrain crétacé en Toscane représenté par le Macigno; sa description dans cette partie de l'Italie, par M. de Collegno, p. 261. — Note sur l'étendue des terrains crétacés dans le N.-O. de l'Italie, p. 266, *note.* — Terrain crétacé dans le bassin de la Loire est représenté par des grès quarzeux rouges et une craie tufau qui est une dépendance de la craie chloritée; fossiles des deux étages; ils reposent sur les terrains jurassiques; lieux où M. A. d'Orbigny a fait ses observa-

tions, p. 356, 357, 358.— Bélemnite et Rudiste trouvés dans le terrain crétacé de la Loire, p. 359, 360. — Composition du terrain crétacé en Provence proche l'étang de Berre et les Martigues, p. 416, 418. — Terrain crétacé des Martigues, analogue à celui que M. Itier a étudié dans le département de l'Ain, p. 423. — Disloqué dans le bassin d'Aix dans la direction des couches tertiaires, p. 475. — Erreur reprochée par M. Matheron à M. A. d'Orbigny, pour avoir classé dans la craie chloritée le terrain de Cassis, qui est du gault, p. 512, 513. — Résumé du terrain crétacé observé pendant la réunion extraordinaire, p. 527. V. *Craie.*

Terrain devonien. Un grand axe de ce terrain sépare le bassin du centre de la Russie, du bassin de Moscou; sa direction; conséquences qui en résultent, p. 13, 14. — Fossiles, p. 14. — Système auquel ce terrain se rattache en France, p. 110.

Terrain houiller. Indiqué dans l'Oural, p. 12. — Position du système permien par rapport au terrain houiller, p. 13. — Manière d'être de ce terrain dans le Donetz; houille abondante qu'il contient, p. 13. — Manière d'être dans le Spitzberg, végétaux qu'on y trouve principalement; accidents qu'il présente, p. 23, 24.— Analogie entre le terrain houiller de Bell-Sund et celui de Van-Diémen, p. 25, *note.* — Sa direction générale en France; système de montagnes auquel il se rattache, p. 110.— Aptychus trouvé dans la Sarthe dans les couches carbonifères, p. 359.

Terrain jurassique. Essai d'explication, par M. Bourjot, sur la disposition de la formation jurassique, p. 99.— Divisions de ce terrain; leur synonymie; système de montagnes où elles se trouvent en France, p. 109, 110. — Calcaire jurassique cité à Novara (Sicile), p. 234. — Dans le bassin de la Loire, la craie tufau ou chloritée repose immédiatement sur les terrains jurassiques; étages divers et localités indiquées, p. 356, 357, 358. — Étages divers du terrain jurassique reconnu par M. Matheron, en Provence, avec les fossiles principaux qui s'y trouvent, p. 423, 424. — Observations de M. A. d'Orbigny, p. 425, *note.* — Terrain jurassique en Savoie en stratification discordante avec le terrain néocomien, p. 443. — Cité au Tholomet (Provence), p. 473. — Les trois étages du terrain jurassique cités à Mazaugue, p. 478. — Gypse observé dans le terrain jurassique à Auriol, p. 475, 480. — Considérations sur la puissance du terrain jurassique dans les environs d'Aix et d'Auriol, p. 480, 481.— M. Matheron cherche à établir la liaison entre le terrain jurassique et le calcaire à *Chama*, que repoussent MM. Coquand, Itier et Clément-Mullet, p. 481, 482. — Nouveaux arguments de MM. Itier et l'abbé Chamousset, pour prouver l'indépendance des terrains jurassique et néocomien, contre l'opinion de M. Matheron, p. 516, 518.—Résumé de la formation jurassique observée pendant la réunion extraordinaire, p. 526.

Terrain néocomien. Rudistes reconnus par M. A. d'Orbigny dans ce terrain; nature du banc qui les contient; son étendue, p. 153.— Limites établies par ces Rudistes, p. 159. — Tableau, p. 162.— Description, par M. Itier, du terrain néocomien du département de l'Ain; sa manière d'être par rapport au terrain jurassique, p. 297, 298. — Localités où se voit ce terrain; perte du Rhône; division de ce terrain en trois groupes, p. 299. — Identité de ce terrain signalée en Europe avec ceux du Jura, p. 300. — Terrain néocomien manque, suivant M. A. d'Orbigny, dans l'ancien golfe de la Loire, p. 356, 358. — La partie supérieure du Faulhorn appartient au terrain néocomien; il repose sur le lias; fossiles qu'il contient; il est composé de calcaire et de grès; son aspect déchiré, p. 373. — Groupe de Bélemnites propres au terrain néocomien, suivant M. A. d'Orbigny; réponse à M. Duval, qui sur ce sujet avait accusé M. A. d'Orbi-

gny d'erreur, p. 395. — Conoteuthis, nouveau fossile du terrain néocomien de l'Aube, p. 397. — Marnes néocomiennes signalées autour de l'étang de Berre, p. 419. — Terrain néocomien indiqué d'une manière générale dans les Bouches-du-Rhône, p. 422. — Discussion sur quelques couches du terrain néocomien de Provence, par M. Matheron, p. 425. — Critique de la division de M. A. d'Orbigny, p. 427. — Réponse de M. d'Orbigny, p. 427, *note*. — de M. Coquand, 440. — Division qu'il admet dans le terrain néocomien de Provence, p. 443, *note;* — Le terrain néocomien en Savoie est en stratification discordante avec le terrain jurassique, p. 443. — Supportant une couche de *Boxite* à Mazaugue, p. 477. — Dissertation de M. Matheron, qui nie l'indépendance entre le terrain néocomien et le terrain jurassique (calcaire à *Chama*), contre l'opinion de MM. Itier, Coquand et Clément-Mullet, p. 481, 482, 483. — Terrain néocomien cité au village de Rogues, supportant la molasse, p. 496. — Dans la chaîne du Lubron, il supporte le grès vert, p. 497. — Nouveaux arguments de MM. Itier et l'abbé Chamousset pour prouver l'indépendance des terrains jurassiques et néocomiens, contre l'opinion de M. Matheron, p. 516, 518.

Terrain ou *système permien*. Nom donné par M. de Verneuil à un terrain type observé par lui en Russie; sa marche, sa composition, ses fossiles, sauriens et poissons; il fournit du cuivre; sa place dans l'échelle géologique, p. 12, 13.

Terrain primitif. Absence du calcaire dans celui de la Belgique, p. 59.

Terrain quaternaire, cité en Syrmie, p. 141. — Terrains quaternaires de la Toscane, leurs éléments; localité où ils se montrent, p. 275, 276.

Terrain secondaire. Nature et état fragmentaire de celui des montagnes voisines de Vœslau, Baden, etc., en Autriche; doutes pour le classement du calcaire, p. 82, 83. — Terrains secondaires de France; leurs divisions et directions générales; chaînes de montagnes auxquelles ils se rattachent principalement, p. 109, 110. — Marche et puissance du calcaire secondaire dans le Tyrol, p. 132.

Terrain silurien. Il forme le centre de la chaîne de l'Oural; roches diverses qui le composent; schistes quarzites; calcaire à *Pentamers* et calcaire carbonifère, p. 11, 12, 13. — Objections de M. Boué sur le classement du calcaire de Bleyberg dans le terrain silurien, p. 93. — Système auquel se rattache ce terrain en France, p. 111.

Terrain tertiaire. Grès et sables supérieurs de la Belgique appartenant à l'étage tertiaire, p. 56. — Disposition d'un poudingue tertiaire aux alentours de Vœslau (Autriche), p. 83. — *Tégel* ou argile coquillière tertiaire citée p. 83. — Tous les animaux et l'homme ont existé après la fin des dépôts tertiaires, suivant M. Boué, p. 87. — Monts trachytiques vus par M. Grisebach dans le sol tertiaire d'Enos, p. 140. — Divisions du terrain tertiaire en France; système de montagnes où elles se trouvent principalement, p. 109. — Couche tertiaire à lignite observée dans le sud de l'Italie par M. Paillette, p. 178. — Cette couche, qui contient aussi des ossements, est recouverte par le terrain tertiaire supérieur, p. 214 — L'espace qui sépare la chaîne de l'Auvergne de celle du Forez est tertiaire; roche composant ce terrain, qui est lié au granite par l'arkose, p. 220, 266. — Alternance de l'arkose avec le calcaire; inclinaison des couches, p. 220, 221. — Grès tertiaire cité à Novara (Sicile), p. 234. — *Valanches* ou ravins creusés dans les terrains tertiaires de quelques parties de la Sicile, p. 236. — Note par M. A. d'Orbigny sur le terrain tertiaire des Pampas; subdivisions; faits géologiques qui s'y rattachent; M. A. d'Orbigny se tait sur son âge géologique, p. 252, 253. — Terrain tertiaire de Toscane, repose sur le macigno, p. 263. — On y distingue deux étages: étage tertiaire inférieur dé-

crit par M. Savi sous le nom de terrain tertiaire ophiolitique, p. 268. — Etage tertiaire supérieur; ses subdivisions; fossiles; accidents qu'il présente; gypse, sel, combustible, p. 270. — Considérations sur le dépôt de ces terrains tertiaires, l'influence des serpentines, et sur leurs dislocations, p. 279, 282. — Terrains tertiaires du Brésil se divisent en deux groupes: l'un marin, l'autre indéterminé; bassins occupés par ces terrains, p. 288, 289. — Entre la craie et le terrain tertiaire, près Paris, M. C. Prevost a vu des phénomènes de ravinement, p. 319. — Dispositions du terrain tertiaire du bassin de l'Ebre; il s'est déposé dans un lac formé par la Sierra di Moncayo; il est très stérile, p. 353.— Le terrain tertiaire parisien peut, suivant M. Leblanc, être un dépôt sédimenteux éjecté par des sources éruptives; révolutions qui auraient accompagné sa formation; les formations vont en s'amincissant sur les bords, p. 363. — Les alternances de calcaire et silex qui se montrent dans la craie se reproduisent dans toute la période tertiaire, p. 364. — *Spiruirostra*, nouveau fossile trouvé par M. Bellardi dans les terrains tertiaires subapennins de Turin, p. 396. — Analogie entre les terrains des Cévennes et ceux de Provence, p. 411. — Terrain tertiaire d'eau douce observé dans le bassin de Marseille, analogue à celui d'Aix (Provence), p. 466. — Disposition et coupe des terrains tertiaires du bassin d'Aix; accidents de soulèvement qu'on y observe; lignite exploité, p. 474. — Calcaire lacustre tertiaire cité à Château-Vieil-le-Rouge, p. 479. — Disposition des terrains tertiaires en Savoie, suivant M. l'abbé Chamousset; leur puissance, p. 484, 485. — M. Michelin ne trouve d'analogie entre les terrains tertiaires de Provence et ceux du bassin de Paris que dans le gypse, p. 490, 491. — Différence signalée par M. Matheron entre le terrain tertiaire d'Aix et celui de Marseille, p. 491. — M. Coquand voit dans le calcaire à Nummulites des Basses-Alpes, l'équivalent du calcaire grossier, p. 492. — Terrain tertiaire d'Aix vu de nouveau, p. 496. — Le terrain tertiaire lacustre d'Apt contient des empreintes de poissons dans un lignite papyracé, p. 497. — Disposition du terrain tertiaire dans le bassin d'Apt, p. 504, 505. — Terrain tertiaire reposant, aux environs de Chambéry, immédiatement sur le terrain à *Chama*; conséquence déduite par M. l'abbé Chamousset contre la liaison du néocomien avec le jurassique, p. 528. — Résumé des terrains tertiaires vus pendant la réunion extraordinaire, p. 329.

Terrain tertiaire ophiolitique. Nom donné par M. Savi à l'un des étages du terrain tertiaire de la Toscane; il se subdivise en deux parties; molasse supportant un poudingue; emploi des fragments calcaires, p. 268. — Localités où se trouve ce terrain; vallée de l'Era et les Maremmes, *ibid.* — Il se présente aussi à l'état de marne contenant du combustible; nature et analyse de ce combustible; lieux où se rencontrent ces roches; travail de M. Savi sur ce sujet, p. 268, 269. — Influence de l'éruption des serpentines dans la formation du terrain tertiaire ophiolitique; voisinage constant de ces deux roches, p. 280.

Terrain de transition. Ses divisions en France; sa direction en général; chaînes de montagnes auxquelles il se rattache principalement, p. 110, 111.

Terrain de transport. Digues de cette origine connues en Suède sous le nom d'*Ozar*, p. 196. — Considérations diverses sur le terrain de transport et les circonstances qui l'ont fait naître ou l'ont accompagné, p. 196, 198. — Note sur quelques phénomènes relatifs aux terrains de transport, par M. Paillette, dans les Pyrénées principalement, la vallée de la Têta et la plaine de Perpignan; il est dû à plusieurs causes, p. 231, 234. — Dans la Sicile, au centre des monts Pelores, p. 234,

236. — Sur les formes régulières du terrain de transport des vallées du Rhin antérieur et du Rhin postérieur, par M. Martins, p. 322. — Lieux où ces formes ont été observées, p. 322, 323. — Description des vallées du Rhin, p. 324. — Noms des formes, p. 335. — Leur origine, p. 338. — Pl. IV, p. 344.

Terrain de transport argileux.— Nom donné par M. de Sénarmont à une couche supérieure au diluvium, et que M. Leblanc regarde comme identique avec la couche à fragments et grains siliceux, p. 388, 389. — A Varangeville, près Dieppe, il est supérieur à la craie et aux silex, p. 388.

Terrasses ou *terrain de transport à formes régulières.* Note sur ces formes dans les vallées du Rhin antérieur et du Rhin postérieur, par M. Martins, p. 322.—Auteurs qui ont signalé ces terrasses sur les bords divers des fleuves de l'ancien et du nouveau monde, p. 322, 323. — Elles ont été vues surtout dans les vallées qui descendent des hautes chaînes de montagnes, p. 324. — Description de ces formes régulières des vallées du Rhin dans le canton des Grisons; Rhin antérieur, p. 324. — Rhin postérieur, p. 327. — Cours des deux branches réunies; delta de la jonction, p. 330. — Dans le canton de Schwitz, sur les bords du lac de Brienz, près de Berne, de Bâle, sur les rives de la Birse, p. 334, 335. — Considérations générales sur les formes, p. 335. — Parties qui composent une terrasse : plate-forme, talus, p. 337. — Tableau des terrasses et leur hauteur, p. 338. — Les terrasses sont les produits d'eaux tranquilles; caractères qui distinguent une moraine d'une terrasse; les terrasses se forment de nos jours, p. 339 — Terrasses du lac Lungern, p. 339, 340. —Talus, forme, p. 340, 341. — Circonstances qui ont accompagné la formation des terrasses, p. 341. — Etrangères aux courants diluviens, *ibid.* — Hypothèse des glaciers diluviens de M. de Charpentier, p. 343, 344. — Hypothèse de M. Martins, eau venant de la fusion des grands glaciers diluviens, p. 345. — Emergement des terrasses du Finmark, du Canada et des Andes, produit par le soulèvement lent et successif de la côte, *ibid.* — Pl. IV, p. 344.

Terre végétale. Elle est, suivant M. d'Omalius, une formation particulière qui n'est pas toujours le résultat de la décomposition des roches sur lesquelles elle repose, p. 389.

Tessier (J.). Discours sur les travaux de la Société de géologie, ses développements et ses progrès, p. 521.

Téta (*Pyrénées-Orientales*). Formation diluvienne très puissante dans le haut de la vallée de cette rivière, p. 231. — Différences entre les blocs des parties supérieures des montagnes et ceux de l'intérieur; conséquences, *ibid.* — Cours de cette rivière; pente; traces et témoins d'anciens barrages et d'érosions; nivellement et hauteur de divers points voisins; nature des roches, p. 232, 233. — Accidents qu'en éprouve la vallée; dépôts de combustibles, leur âge; coquilles qui les accompagnent; élévation des galets et des gros blocs de granite; traces des courants; matières charriées à diverses époques, p. 233.— Deux étages d'ossements, circonstances de gisement, p. 234. — Conclusion; transport des blocs par les glaciers; terrain diluvien résultant de plusieurs causes, p. 234.

Thermomètre. Mémoire de M. Walferdin sur de nouvelles applications de divers procédés thermométriques, p. 113. — Construction du thermomètre; défaut de cylindricité et calibrage des tubes; des réservoirs et de ses diverses formes; de la dilatation du verre, p. 114. — Liquide thermométrique; détermination des points fixes; variation du zéro, p. 116. — Thermomètre métastatique à mercure, p. 118. — A alcool, p 120.

Tholomet. La Société visite la brèche de cette localité, p. 467. — On y voit les marnes, les calcaires et les poudingues reposant sur le terrain

jurassique, p. 473. — Disposition des brèches qui reposent sur des marnes et des calcaires à *Melanopsis*, p. 473. — Brèche analogue exploitée à Vimines, en Savoie, p. 485.

Tornea-Elv. Fleuve de Laponie, nature des roches dans lesquelles il coule; fer exploité sur les rives; forme curieuse du trapp, p. 34, 35.

Toscane. Note de M. de Collegno sur les terrains de cette province, p. 263. — Macigno, terrain de formation crétacée, supportant les terrains tertiaires; verrucano, terrain plus ancien fort rare, p. 264. — Caractères du macigno aux environs de Florence; deux étages, description de ces deux étages; fossiles; calcaire à Nummulites contemporain du macigno, p. 265. — Vrai macigno abonde en débris végétaux; observation faite à Lucques, p. 266. — Caractères des macignos de la pente S.-O. des Apennins; accidents qu'ils présentent, p. 266, 267. — Dans les maremmes; *Gabbro rosso*, modification du macigno, p. 267.—Terrains tertiaires de la Toscane en deux étages : le 1er terrain ophiolitique de M. Savi; sa description; localités où on le trouve; marnes avec combustibles; tous les combustibles de Toscane sont tertiaires, suivant M. Savi, p. 268, 269. — Massa, description de ses alentours, p. 269, 270. — Etage tertiaire supérieur divisé en marnes bleues et en sables jaunâtres; description de ces deux étages; localités où on les trouve, leurs fossiles, p. 270, 271.— Sable jaune recouvert d'un calcaire marneux d'eau douce, perméable à l'eau; résultats pour la ville de Volterra, p. 271, 272. — Gypse accompagnant les marnes bleues salifères à Volterra, p. 373.— Exploitation de ces salines, couches traversées par le forage des puits, p. 373, 374. — Roche calcaire ou *Panchina*, à la partie supérieure des sables jaunâtres; son origine, lieux où on la trouve, ses fossiles, p. 274, 275. — Travertins modernes; lieux où on les voit; végétaux fossiles, p. 275. — Terrains quaternaires; indication des localités qu'ils occupent, p. 275, 276. — Comparaison des terrains de la Toscane avec ceux du N.-O. de l'Italie; sables marneux jaunâtres, p. 276, 277. — Marnes bleues, p. 278. — Dislocations éprouvées par les terrains; conséquences pour la division des terrains, p. 279.—Origine du terrain ophiolitique, suivant M. Savi; action des roches serpentineuses nulles sur le terrain tertiaire supérieur, p. 280. — Considérations sur le dépôt et l'âge des terrains; indication des dislocations; quelques fissures sont parallèles aux Pyrénées, et d'autres correspondent au système du Ténare, en Grèce, p. 282. — Filons métallifères de la Toscane, contemporains, suivant M. Savi, des filons granitiques de l'île d'Elbe, p. 281. — Cerfs fossiles trouvés dans le terrain diluvien de la Toscane, p. 316.

Trachytes. Monts trachytiques vus par M. Grisebach dans le sol tertiaire à Enos, p. 140. — Epoque des éruptions trachytiques en Auvergne, p. 221. — Massifs où on les observe particulièrement; disposition en nappes superposées, roches qui les séparent; elles sont coupées de filons et percées par les basaltes et les phonolites qui les recouvrent quelquefois, p. 221, 222. — Trachyte sortant du granite, *ibid.* — Domite, trachyte altéré, p. 222. — Relation entre le soulèvement des Alpes et les éruptions trachytiques en Auvergne, p. 225. — Trachytes de diverses variétés cités à l'île Capraja, p. 315. — Trachyte signalé au volcan de Roceamonfina, dans la Campanie, p. 402.

Travertin. Erreur que, suivant M. Boué, M. Beudant a commise au sujet du travertin de Hongrie, p. 139. — M. Savi croit la roche nommée Panchina, contemporaine des travertins modernes, p. 275. — Localités de la Toscane où se voient ces travertins; considération sur leur âge, p. 275.

Tremblement de terre à Neustadt, près Vienne, circonstances météorologiques qui l'ont accompagné, p. 82. Action de la vapeur d'eau et de gaz

dans les tremblements de terre, p. 191.

Trésorier. Compte des recettes et dépenses pour l'année 1841 présenté par le trésorier, p. 167. — Rapport sur la vérification de ce compte, par M. Clément-Mullet, p. 169. — Budget pour l'année 1842, p. 199.

Trias. Ses divisions; direction générale en France; système de montagnes auquel il se rattache, p. 110. — Résumé des observations faites par la Société dans la formation triasique en Provence, p. 526.

Trieste. Les trous qui se voient dans les environs de cette ville, peuvent, suivant M. Leblanc et M. d'Omalius, être rapportés au phénomène d'éjection, p. 363, 365. — Circonstances particulières dans la position des substances qui remplissent ces cavités, citées par M. d'Omalius, p. 365.

Trois-Evêchés. Description de la montagne de ce nom, voisine de Villard d'Arène (Hautes-Alpes), par M. S. Gras; roches qui la composent : schistes, calcaires, spilites; accidents que présentent ces roches, p. 94, 95.

Trouskasora (Syrmie). Situation et composition de la chaîne de montagnes de ce nom, p. 140.

Troyes. Documents sur le terrain diluvien du bassin de cette ville, notamment de la terre jaune, p. 68, 69, 76. — Différences entre le terrain diluvien du bassin de Troyes et celui du bassin de Paris, p. 76, *note.*

Tuf calcaire. Description par M. Leymerie du tuf calcaire de Resson (Aube), p. 70, 71. — Opinion de M. Grisebach sur le tuf de Vodena et de Telovo; observations de M. Boué, p. 143, 144, 145.

Turin. Description du *Spirulirostra*, nouveau genre de fossile trouvé dans les terrains tertiaires subapennins de Turin, par M. Bellardi, p. 397.

Tyrol. Observations de M. Unger sur la partie N.-E. du Tyrol, p. 131. — Chaîne centrale cristalline; accidents qu'on y remarque; grauwackes; leur division; minéraux; schistes des grauwackes; calcaire secondaire, sa direction et sa puissance; Bélemnites et Orthocères; blocs erratiques; phénomènes qu'ils présentent, p. 131, 132, 133. — Travail sur la géologie et la paléontologie du S.-O. du Tyrol, par le comte de Munster, cité p. 240.

U

Uchaux. Remarques de M. A. d'Orbigny sur le classement des terrains, par M. Michelin, p. 157. — Rapports constatés par M. d'Orbigny entre les Rudistes d'Uchaux et ceux de Gosau, p. 157.

Unger (E.). Son ouvrage: De l'influence du sol sur la distribution des végétaux, cité p. 13. — Carte du N.-E. du Tyrol; observations dans cette chaîne de montagnes, p. 131, 132.

V

Valtz (*Suisse*). Description des terrasses de terrain de transport observées dans cette vallée, p. 327.

Vallées. Directions principales observées dans celles de la Belgique, p. 58. — Influence du soulèvement sur la formation des terrasses et des vallées qui s'ouvrent dans la mer, p. 345. — Observation de M. Boubée sur les vallées à plusieurs étages ou gradins; dispositions des divers matériaux, *ibid.* — Chaque gradin est pour M. Boubée un lit différent, p. 346.

Van-Diémen. Analogie entre le calcaire carbonifère et ses fossiles; le terrain houiller de Van-Diémen et ces terrains dans le Spitzberg, p. 25.

Vandœuvre (*Aube*) Cité pour la présence dans la même carrière des terrains néocomien et jurassique, p. 483.

Var. Extrait d'un travail de M. Coquand sur les roches ignées de ce département, p. 407. — Fossiles du gault cité dans ce département, p. 419. — Saurien trouvé dans le terrain à lignite du Var, p. 449.

Vaud (*canton de*). M. Deluc combat l'opinion de M. de Charpentier, qui suppose que ce canton aurait été couvert de glaces pendant plusieurs années, p. 368.

Végétation. Roches indiquées par la végétation dans les environs de Vœslau (Autriche), p. 83, 84. — Différence dans la végétation des divers terrains de la Sierra di Moncayo (Espagne), p. 353.

Végétaux fossiles. Végétaux qu'on trouve principalement dans la houille du Spitzberg; les monocotylédonées ont dû, suivant M. E. Robert, concourir surtout à la formation de cette houille, p. 24, 25. — Considérations de M. Boué sur les végétaux fossiles et les limites qu'on leur assigne dans les couches géologiques, p. 87. — Plantes houillères associées aux Bélemnites, en Dauphiné, p. 86. — Mémoire de M. Nuger sur les plantes fossiles et insectes du dépôt tertiaire à lignites de Radefoy, p. 140. — Végétaux du combustible des marnes du terrain tertiaire supérieur de la Toscane, p. 269, 270. — Empreintes végétales des travertins de cette province, p. 275. — Silex fibreux imitant le bois fossile, cité dans la formation phylladienne du Brésil, p. 287. — Débris de végétaux avec succins signalés dans les lignites d'Amy (Oise), p. 321. — Dans les grès rouges de la Sierra di Moncayo, p. 352. — Végétaux fossiles du gypse d'Aix (Provence), p. 454.

VENETZ. Erreur que, suivant M. Deluc, il a commise en prenant des blocs erratiques pour d'anciennes moraines, p. 369.

VERNEUIL (DE). Lettre sur les observations qu'il a faites en Russie, p. 11, 14. — Objections de M. Boué sur le classement qu'il a fait du calcaire de Bleiberg, en Carinthie, p. 93. — Tableau des terrains de la Russie européenne, d'après les observations de MM. de Verneuil et Murchison et de Keyserling, p. 99. — Observations sur la distribution des Ammonites de la craie, p. 162. — Sur le gisement des éléphants en Russie, p. 197. — Passage de Pallas relatif à ce gisement; observations conformes faites par lui à Taganrog; conséquences qu'il en tire, p. 212, 213, 214. — Extrait du mémoire rédigé avec M. d'Archiac sur les fossiles des terrains anciens des bords du Rhin, p. 257.

Verrucano. Etymologie de ce mot; description; opinions diverses de MM. Studer et Sismonda sur son classement; il est rare en Toscane, où il supporte le macigno; localités où on le voit; à Pise, il est recouvert par un calcaire coquillier, p. 263, 264.

VIENNAY (*Paul* DE). Bélemnite de grande espèce trouvée par lui dans la grande oolite, près Mamers, p. 16.

Villard d'Arène (*Hautes-Alpes*). Note par M. S. Gras sur un gîte de spilite de cette localité, en réponse à certaines assertions de M. Coquand, p. 93 — Description de la montagne des Trois-Evêchés qui domine ce village, p. 94. — Nouvelles observations de M. Coquand sur les spilites de Villard d'Arène, p. 408, *note*.

VILLENEUVE (DE). Observations faites au mont Salève, indiquées, p. 407. — Lues par extrait comme terme de comparaison avec le terrain de Provence, p. 429 et suiv.

VIQUESNEL. Note sur le marbre tertiaire de Grauves (Marne), p. 15. — Observation de veines saillantes dans le granite des Pyrénées, p. 381.

Vodena. L'ancienne *Edessa*, suivant M. Boué; raisons qu'il en donne; formation du tuf calcaire; essai d'explication par M. Grisebach; observations de M. Boué, p. 143, 144, 145.

Vœslau (*Autriche*). Les montagnes qui environnent ce village, sont, suivant M. Boué, formées d'une roche

calcaire douteuse, p. 82.— Disposition de ce calcaire; dolomie; roches bréchoïdes exploitées; roches alluviales couvrant l'argile tertiaire coquillière, p. 83. — Poudingues; leur manière d'être; circonscription de la végétation; espèces de pins particulières, p. 83, 84. — Source semi-thermales; nappe aquifère; essais infructueux de puits artésien, p. 84.

Volcans. Scories volcaniques amenées par les courants près de Hammerfest (Norvége), p. 21. — Eruptions volcaniques possibles pendant la période des glaces, p. 46. — Causes des éruptions volcaniques; contraction de l'écorce du globe sur la masse liquide, p. 185. — Ejection de vapeurs d'eau; considération sur l'action des eaux dans les phénomènes volcaniques, p. 186. — Il n'est pas nécessaire que chaque volcan soit en communication directe avec la mer, p. 192. — Volcans sous-marins peu éloignés des volcans terrestres, p. 193. — Disposition en ellipse des volcans éteints de l'Auvergne; accidents que présente cette ellipse, p. 225. — Seconde série de volcans en ligne, p. 226. — Deux autres volcans sortant de cette ligne, p. 227. — Phénomènes que présentent ces cratères, états des roches et des scories, *ibid.* — La pression exercée par l'écorce du globe, contractée par le refroidissement, est la cause des éruptions volcaniques, suivant M. Cordier, p. 239 — Double phénomène que présentent les cratères volcaniques signalé par M. L. Pilla; analogie avec la formation des cratères de soulèvement, p. 403.

Volga Données sur le sol géologique des bords de ce fleuve, p. 13.

Volterra. Cité *passim.* — Sable jaune de l'étage supérieur du terrain tertiaire; il repose sur des marnes; il est recouvert par un calcaire marneux lacustre; calcaires d'eau douce alternant avec des sables fossiles marins; infiltration des eaux dans le sable; accidents qui en sont la suite, p. 271, 272. — Salines ouvertes à Volterra dans les marnes bleues tertiaires, p. 273. — Couches traversées dans le forage d'un puits artésien, p. 274. — Eléments dont la Panchina est composée à Volterra; fossiles qui s'y trouvent; sa puissance, p. 274, 275. — Phénomènes géologiques divers qu'on observe sur la route de Pise à Volterra; alluvions, sables, Panchina; faille, roche analogue à la minette d'Alsace, p. 277.

W

Walferdin. Mémoire sur de nouvelles applications de divers procédés thermométriques, p. 113 et suiv. — Expérience pour la détermination rigoureuse de la température du puits de Grenelle; prévision de température vérifiée, p. 123, *note.*

Warden. Note sur toutes les veines d'anthracites reconnues depuis la montagne Pointue jusqu'à la montagne Large, dans le comté de Schuylkill en Pensylvanie, p. 43.

Wieliczka. Histoire des mines de sel de Wieliczka, par M. Hrdina avec description géognostique des terrains salifères, etc., par M. E. Hrdina, p. 304.

Z

Zimmermann. Cartes géologiques d'une partie de l'Asie; indication des cinq principales chaînes de montagnes figurées, p. 141.

FIN DE LA TABLE.

ERRATA.

Page 20, *ligne* 16, dégrande, *lizez :* dégradante.
Page 22, *note*, *ligne* 3, peut.
Page 70, *ligne* 25, lucustres, *lisez :* lacustres.
Page 161, *ligne* 18, le possédait, *lisez :* la possédait.
Page 206, *ligne* 17, *aux mots :* d'H. Firmas, *lisez :* d'Hombres-Firmas.
Page 211, *ligne* 32, Mesmet, *lisez :* Mermet.
Page 233, *ligne dernière*, *porter la virgule qui suit le mot* ours *après le mot* cavernes.
Ibid., recouvertes, *lisez :* recouverte.
Page 266, *note*, *ligne* 5, hyppurites, *lisez :* hippurites.
Page 286, *ligne* 31, itacolamite, *lisez :* itacolumite.
Page 304, *ligne* 18, Wieliezka, *lisez :* Wieliczka.
Page 305, *ligne* 11, Brunner, *lisez :* Breuner.
Page 319, *ligne* 24, ardingan, *lisez :* hardinghen.
Page 359, *ligne dernière*, Verœ, *lisez :* Vero.
Page 369, *ligne* 34, Buge, *lisez :* Bugey.
Page 370, *ligne* 6, *ajoutez un trait d'union à la fin de la ligne.*
Page 377, *lignes* 3 *et* 4, *au lieu de :* 25,000,000 d'atmosphères, *lisez :* 25,000 atmosphères.
Page 379, *lignes* 16 *et* 17, *au lieu de :* les molécules les plus intimes, *lisez :* les molécules les plus voisines.
Page 381, *ligne* 32, *au lieu de :* effoliation, *lisez :* effodiation (de *effodere*, creuser).
Page 400, *ligne* 21, *au lieu de :* 2,098,587 myriamètres carrés, *lisez :* 5,098,587 myriamètres carrés.
Même page, *lignes* 23 *et* 24, *au lieu de :* 1 1/3 myriamètre cube (plus exactement, 1 myr. cube 36/100e), *lisez :* 3 1/3 (3,31) myriamètres cubes.
Même page, *ligne* 33, *au lieu de :* 1 1/3 myriamètre cube, *lisez :* 3 1/3 myriamètres cubes.
Page 403, *ligne* 11, *au lieu de :* de la sole même du cratère déplacée, *lisez :* du sol même du cratère déplacé.
Page 450, *ligne* 32, *au lieu de :* 3° sa brochure intitulée, *lisez :* de la part de Mgr Billiet, archevêque de Chambéry, une notice intitulée, etc.
Page 465, *ligne* 19, l'eau n'a pu avoir aucune influence, *lisez :* l'eau a pu avoir quelqu'influence.
Page 472, *ligne* 22, *au lieu de :* serpenteuse, *lisez :* serpentine
Page 485, *ligne* 10, *au lieu de :* 1000 mètres, *lisez :* 400.
Page 506, *ligne* 17, *au lieu de :* M. Coquand observe, *lisez :* M. Coquand fait observer.